

■ Sukis Wariyono

■ Yani Muharomah



Mari Belajar

# Ilmu Alam Sekitar

Panduan Belajar IPA Terpadu



Untuk Kelas VII SMP/MTs

1



PUSAT PERBUKUAN  
Departemen Pendidikan Nasional

Sukis Wariyono

Yani Muharomah

Mari Belajar

# Ilmu Alam Sekitar

Panduan Belajar IPA Terpadu

Untuk Kelas VII SMP/MTs



**PUSAT PERBUKUAN**  
Departemen Pendidikan Nasional

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional  
Dilindungi Undang-Undang

***Mari Belajar Ilmu Alam Sekitar 1***

Untuk Kelas VII SMP dan MTs.

Oleh:

Sukis Wariyono

Yani Muharomah

Editor:

Indratno

Buku ini diset dan dilayout dengan Pagemaker 7.0, CorelDraw 11

Font untuk isi Times New Roman 10.5 point, Switzerland 10 point.

Setting & Layout:

Tim

Designer Sampul & Ilustrator

Risa Ardiyanto

500.07

SUK  
m

SUKIS Wariyono

Mari Belajar Ilmu Alam Sekitar 1 : Panduan Belajar IPA Terpadu Untuk Kelas VII SMP/MTs / Oleh Sukis Wariyono, Yani Muharomah ; Editor Indratno. — Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2009.

viii, 220 hlm. : ilus. ; 25 cm.

Bibliografi : hlm. 215

Indeks

ISBN 978-979-068-100-2 (no. jld lengkap)

ISBN 978-979-068-101-9

1. Sains-Studi dan Pengajaran I. Judul II. Yani Muharomah  
III. Indratno

Hak Cipta Buku ini dibeli oleh Departemen Pendidikan Nasional  
dari CV Usaha Makmur

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan  
Departemen Pendidikan Nasional  
Tahun 2009

Diperbanyak oleh ....

# Kata Sambutan

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 69 Tahun 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

**Jakarta, Februari 2009**  
**Kepala Pusat Perbukuan**



# Kata Pengantar

Buku berjudul “Mari Belajar Ilmu Alam dan Sekitar” bertujuan mengajakmu mempelajari keadaan alam di sekitarmu. Buku ini disusun secara sederhana, tetapi tanpa meninggalkan kebenaran materi yang harus kamu capai. Dengan kesederhanaan itulah diharapkan dapat membantumu dalam proses pembelajaran IPA secara terpadu.

Setiap awal bab di buku ini disajikan cover bab. Bagian ini berisi ilustrasi dan deskripsi singkat yang menarik berkaitan dengan materi serta tujuan pembelajaran bab yang bersangkutan. Selain itu, di bagian awal bab juga disajikan kata-kata kunci. Kata-kata tersebut menjadi inti pembahasan materi. Karena itu sebaiknya kamu membaca kata-kata kuncinya. Di dalam buku ini juga dilengkapi bahan-bahan untuk diskusi. Dengan diskusi tersebut diharapkan kamu dapat menambah wawasanmu. Di bagian akhir setiap babnya dilengkapi dengan soal-soal untuk menguji kompetensi yang sudah kamu capai setelah mempelajari satu bab.

Cara termudah belajar IPA adalah mengaitkan isi pembelajaran dengan kejadian-kejadian di sekitarmu. Dengan demikian kamu dapat belajar dengan perasaan senang. Belajar IPA juga jangan mudah berputus asa, ketika menjumpai kesulitan. Ingatlah, Thomas Alva Edison melakukan lebih dari seribu kegagalan sebelum berhasil menemukan sebuah lampu listrik.

Akhirnya, semoga buku ini dapat bermanfaat bagimu. Selamat belajar, semoga sukses.

**Penulis**

# Ada Apa dengan Buku Ini

## ❖ Pretest ❖

Bagian ini berisi soal-soal untuk menguji kemampuanmu sebelum mempelajari suatu bab. Ada baiknya kamu membandingkan jawaban sebelum dan setelah mempelajari suatu bab.

## Peta Konsep

Bagian ini untuk memudahkan mengikuti alur pembelajaran suatu bab.



## Radar Sains

Bagian ini sebagai materi pengayaan yang sangat bermanfaat untuk menambah wawasanmu.



## Tugas

Tugas ada yang berupa Tugas Mandiri, Tugas Individu, Tugas Kelompok, dan Tugas Proyek. Tugas Mandiri atau Tugas Individu dapat dikerjakan sendiri, sedangkan Tugas Kelompok dikerjakan secara kelompok. Adapun Tugas Proyek pengerjaannya di luar jam sekolah.



## Latihan

Bagian ini berisi soal-soal yang berkaitan dengan suatu subbab. Jika masih kesulitan menjawab soal-soal itu, ada baiknya kamu mengulang pembelajaranmu sebelum melanjutkan ke subbab selanjutnya.



## Rangkuman

Bagian ini akan sangat membantumu untuk mengingat-ingat bagian-bagian penting dalam suatu bab.



## Refleksi

Bagian ini untuk mengetahui isi suatu bab yang benar-benar sudah kamu pahami dan yang belum kamu pahami.



## Glosarium

Bagian ini berisi istilah-istilah penting dan artinya dalam suatu bab.

# Daftar Isi

<b>Kata Sambutan .....</b>	iii	<b>Bab 5 SUHU DAN KALOR</b>	
<b>Kata Pengantar .....</b>	iv	A. Pemuaian .....	79
<b>Ada Apa dengan Buku Ini .....</b>	v	B. Manfaat Pemuaian.....	85
<b>Daftar Isi .....</b>	vi	C. Kalor .....	86
<b>Bab 1 BESARAN DAN PENGUKURAN</b>		D. Perubahan Wujud Zat .....	93
A. Besaran Pokok dan Besaran Turunan .....	3	E. Pemanfaatan Kalor .....	95
B. Sistem Satuan.....	5	Uji Kompetensi.....	100
C. Besaran Suhu .....	8	<b>Bab 6 PERUBAHAN MATERI</b>	
D. Pengukuran .....	13	A. Sifat Materi.....	105
E. Keselamatan Kerja di Laboratorium .....	19	B. Pemisahan Campuran .....	107
Uji Kompetensi .....	21	C. Reaksi Kimia .....	111
<b>Bab 2 GERAK</b>		Uji Kompetensi.....	115
A. Gerak Benda .....	25	<b>Bab 7 GEJALA ALAM</b>	
B. Gerak Lurus Beraturan .....	28	A. Gejala Alam Abiotik.....	119
C. Gerak Lurus Berubah Beraturan .....	31	B. Gejala Alam Biotik .....	120
Uji Kompetensi .....	38	Uji Kompetensi.....	123
<b>Bab 3 KLASIFIKASI ZAT</b>		<b>Bab 8 PENGAMATAN ILMIAH</b>	
A. Asam, Basa, dan Garam .....	43	A. Alat dan Teknik untuk Mengamati Gejala Alam .....	127
B. Indikator Asam dan Basa .....	45	B. Keselamatan Kerja.....	132
C. Zat Tunggal.....	51	Uji Kompetensi.....	136
D. Sifat Materi.....	55	<b>Bab 9 MAKHLUK HIDUP</b>	
Uji Kompetensi .....	59	A. Ciri-Ciri Makhluk Hidup .....	139
<b>Bab 4 WUJUD ZAT</b>		B. Keanekaragaman Makhluk Hidup .....	142
A. Wujud Zat .....	63	C. Klasifikasi Makhluk Hidup ..	143
B. Partikel Zat.....	65	D. Klasifikasi Lima Kingdom ....	148
C. Kohesi dan Adhesi .....	67	Uji Kompetensi.....	161
D. Massa Jenis Zat .....	70	<b>Bab 10 ORGANISASI KEHIDUPAN</b>	
Uji Kompetensi .....	75	A. Sel .....	165
		B. Jaringan.....	169
		C. Organ dan Sistem Organ.....	173
		Uji Kompetensi.....	175

**Bab 11 EKOSISTEM DAN KEANEKA-  
RAGAMAN MAKHLUK HIDUP**

A. Satuan-Satuan dalam Ekosistem.....	179
B. Komponen-Komponen Penyusun Ekosistem.....	182
C. Interaksi Antarkomponen Ekosistem.....	184
D. Keanekaragaman Makhluk Hidup .....	188
E. Pelestarian Ekosistem .....	191
Uji Kompetensi .....	195

**Bab 12 MANUSIA DAN LINGKUNGAN**

A. Populasi Penduduk .....	199
B. Hubungan Populasi Penduduk dengan Lingkungan .....	201
C. Kerusakan Lingkungan Hutan .....	204
D. Pencemaran Lingkungan .....	205
Uji Kompetensi .....	213

<b>Daftar Pustaka .....</b>	<b>215</b>
-----------------------------	------------

<b>Kunci Jawaban Soal-Soal Terpilih .....</b>	<b>216</b>
---	------------

<b>Indeks .....</b>	<b>218</b>
---------------------	------------

# Kata Sambutan

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, Pemerintah, dalam hal ini, Departemen Pendidikan Nasional, pada tahun 2008, telah membeli hak cipta buku teks pelajaran ini dari penulis/penerbit untuk disebarluaskan kepada masyarakat melalui situs internet (*website*) Jaringan Pendidikan Nasional.

Buku teks pelajaran ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan dan telah ditetapkan sebagai buku teks pelajaran yang memenuhi syarat kelayakan untuk digunakan dalam proses pembelajaran melalui Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 69 Tahun 2008.

Kami menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada para penulis/penerbit yang telah berkenan mengalihkan hak cipta karyanya kepada Departemen Pendidikan Nasional untuk digunakan secara luas oleh para siswa dan guru di seluruh Indonesia.

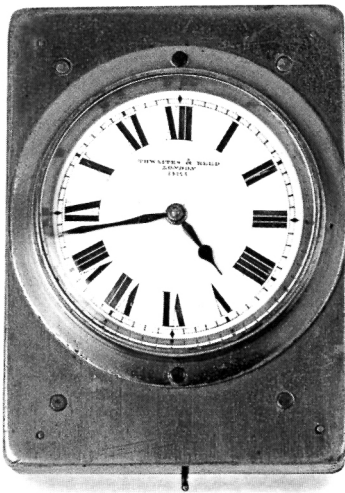
Buku-buku teks pelajaran yang telah dialihkan hak ciptanya kepada Departemen Pendidikan Nasional ini, dapat diunduh (*down load*), digandakan, dicetak, dialihmediakan, atau difotokopi oleh masyarakat. Namun, untuk penggandaan yang bersifat komersial harga penjualannya harus memenuhi ketentuan yang ditetapkan oleh Pemerintah. Diharapkan bahwa buku teks pelajaran ini akan lebih mudah diakses sehingga siswa dan guru di seluruh Indonesia maupun sekolah Indonesia yang berada di luar negeri dapat memanfaatkan sumber belajar ini.

Kami berharap, semua pihak dapat mendukung kebijakan ini. Kepada para siswa kami ucapkan selamat belajar dan manfaatkanlah buku ini sebaik-baiknya. Kami menyadari bahwa buku ini masih perlu ditingkatkan mutunya. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat kami harapkan.

**Jakarta, Februari 2009**  
**Kepala Pusat Perbukuan**

# Bab 1

## BESARAN DAN PENGUKURAN



Sumber: Jendela Iptek, 2000

Ada berapa benda di sekitarmu? Pertanyaan ini sangat mudah dijawab. Benda-benda itu ada yang hidup dan ada yang tidak hidup. Ada benda yang dapat kamu pelajari dengan cara melihat, meraba, mencium baunya, dan mengukurnya. Kamu dikatakan berhasil mempelajari benda, jika benda-benda itu dapat kamu nyatakan dalam angka. Untuk itulah kamu memerlukan suatu peralatan untuk pengukuran.

Fenomena kegiatan pengukuran itu akan kamu pelajari pada bab ini. Pada bab ini kamu akan mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan besaran dan satuan, suhu, dan pengukuran.

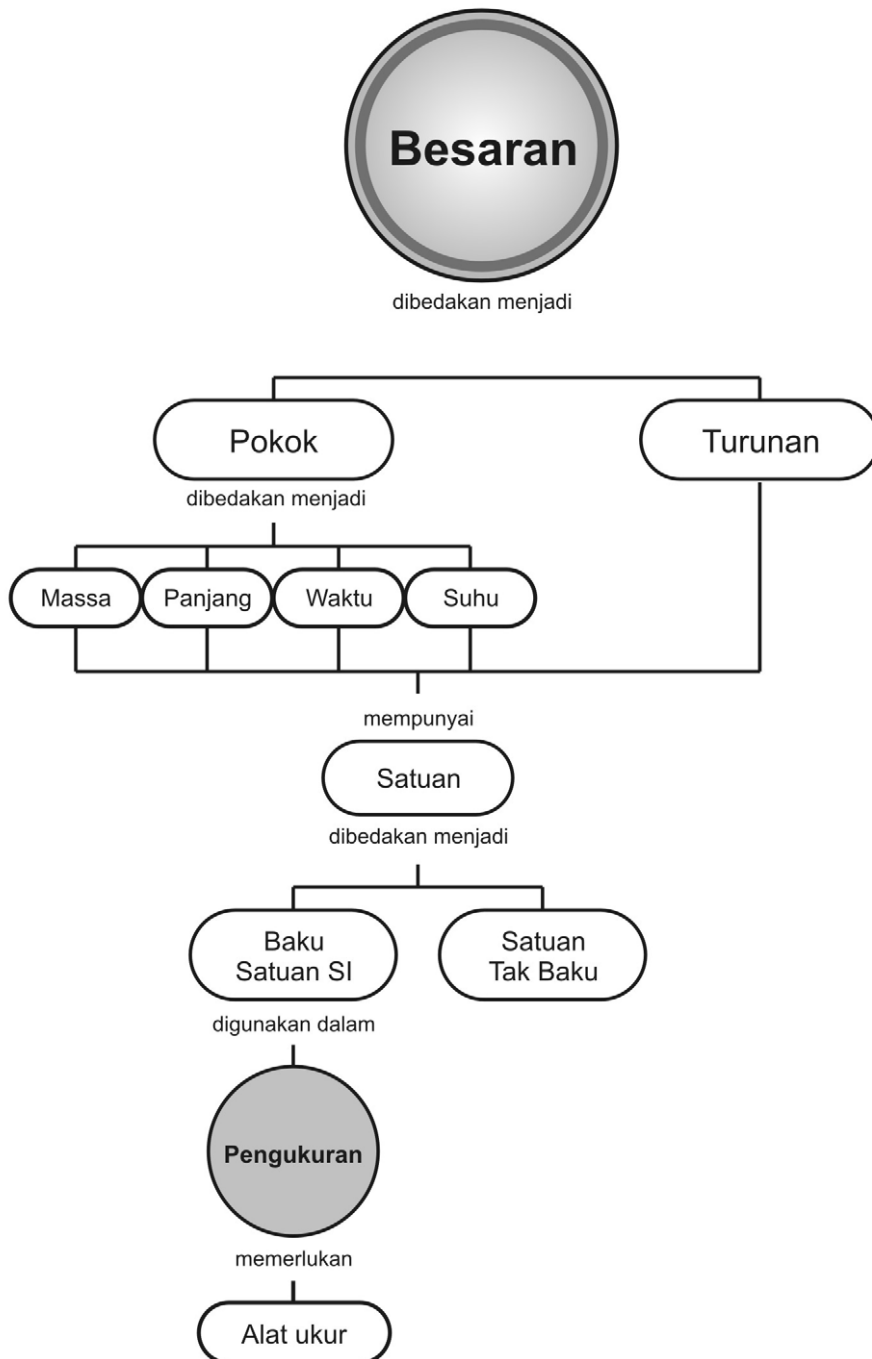
### ❖ Pretest ❖

1. Apakah yang dimaksud besaran fisika?
2. Apakah yang dimaksud besaran pokok dan besaran turunan?
3. Bagaimana cara melakukan pengukuran yang benar?

### ❖ Kata-Kata Kunci ❖

- |                   |                        |
|-------------------|------------------------|
| – besaran fisika  | – konversi satuan      |
| – besaran pokok   | – satuan baku          |
| – besaran turunan | – sistem internasional |





Seringkah kamu memerhatikan kegiatan orang-orang di pasar; misalnya menimbang beras atau menakar minyak goreng? Pada kegiatan tersebut, penjual memberikan dagangannya sesuai ukuran yang diminta pembeli. Ternyata di pasar pun terjadi kegiatan pengukuran. Apakah yang dimaksud dengan pengukuran? Untuk mengenal seluk beluk tentang pengukuran, pelajailah dengan saksama uraian berikut.



## A. BESARAN POKOK DAN BESARAN TURUNAN

### 1. Pengertian Besaran, Satuan, dan Mengukur

Di pasar kita sering melihat penjual bunga yang beraneka warna-warni, penjual beras, penjual minyak, dan sebagainya. Warna-warna bunga tidak bisa diukur, tetapi beras dan minyak bisa diukur dengan alat ukur dan dinyatakan dalam angka. Misalnya, *massa* beras 3 kg, dan volume minyak 2 liter. Dengan demikian, massa beras dan volume minyak termasuk dalam besaran fisika. Adapun warna-warna bunga tidak termasuk besaran fisika karena tidak bisa diukur dan dinyatakan dalam angka.

Berdasarkan uraian di atas, besaran adalah sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dengan angka dan satuan. Pada contoh pengukuran beras dan minyak di atas, massa dan volume merupakan besaran, 3 dan 2 merupakan nilai atau besar, sedangkan kg dan liter merupakan satuan. Adapun yang dimaksud pengukuran adalah kegiatan membandingkan besaran dengan satuan. Satuan adalah pembanding dalam pengukuran.

Dalam mengukur dapat menggunakan satuan baku dan satuan tak baku. Mengukur menggunakan satuan baku, misalnya mengukur panjang papan tulis menggunakan penggaris dengan satuan sentimeter. Mengukur menggunakan satuan tak baku, misalnya mengukur papan tulis dengan menggunakan depa (satu depa adalah jarak antara kedua jari tengah yang dalam keadaan kedua tangan terbuka lebar).

### 2. Macam-Macam Besaran

Kamu sudah mengetahui pengertian besaran dalam fisika. Biasanya besaran fisika diikuti satuan. Selanjutnya berdasarkan satuannya, besaran dapat dibedakan menjadi besaran pokok dan besaran turunan. Adapun, yang dimaksud besaran pokok adalah besaran yang satuannya sudah didefinisikan terlebih dahulu dan bukan penjabaran dari besaran lain. Satuan pada besaran pokok disebut satuan pokok atau satuan dasar. Ada tujuh besaran pokok tersebut seperti tercantum pada Tabel 1.1. Besaran selain ketujuh

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:  
*mengidentifikasi besaran-besaran fisika dalam kehidupan sehari-hari kemudian mengelompokkan ke dalam besaran pokok dan besaran turunan.*



Sumber: Dok. Penerbit

▲ Gambar 1.1  
Mengukur volume minyak

besaran pokok dikelompokkan sebagai besaran turunan. Besaran turunan didapat atau diturunkan dari besaran pokok; dapat hanya dari satu besaran pokok atau dapat lebih dari satu besaran pokok. Karena itu perhatikan satuan besaran tersebut. Jadi, besaran yang mempunyai satuan selain 7 satuan dasar maka besaran itu adalah besaran turunan. Contohnya luas ( $\text{m}^2$ ), kelajuan ( $\text{ms}^{-1}$ ), dan massa jenis ( $\text{kgm}^{-3}$ ).

**Tabel 1.1** Besaran Pokok dan Satuannya dalam SI

No.	Besaran Pokok	Satuan
1.	Panjang	meter (m)
2.	Massa	kilogram (kg)
3.	Waktu	sekon (s)
4.	Suhu	kelvin (K)
5.	Kuat arus	ampere (A)
6.	Intensitas cahaya	kandela (cd)
7.	Jumlah zat	mole (mol)

*Dirangkum dari berbagai sumber*



## Radar Sains

Pengelompokkan besaran, selain berdasarkan satuan, juga dapat berdasarkan pada besar dan arah. Untuk pengelompokkan yang kedua ini besaran dapat dibedakan menjadi besaran skalar dan besaran vektor.

### a. Besaran Skalar

Besaran skalar adalah besaran yang mempunyai besar (nilai) saja. Contohnya massa batu 20 kg, panjang tongkat 2 m, volume bensin 2 liter, dan suhu badan  $37^\circ\text{C}$ . Besaran massa, panjang,

volume, dan suhu termasuk besaran skalar karena tidak mempunyai arah.

### b. Besaran Vektor

Besaran vektor adalah besaran yang mempunyai besar (nilai) dan arah. Contohnya Tini berpindah 4 meter ke kiri; kecepatan sepeda motor 10 km/jam ke selatan; Andi mendorong meja dengan gaya 80 N ke barat. Besaran perpindahan, kecepatan, dan gaya termasuk besaran vektor.



## Tugas Mandiri

### (Pencarian Informasi)

#### Tujuan:

Mengelompokkan besaran fisika dan bukan besaran fisika melalui pengamatan sehari-hari.

#### Cara Kerja:

Coba kamu amati kegiatan sehari-hari yang dilakukan orang di sekitarmu. Pilih dan pilahlah pengamatanmu ke dalam besaran-besaran fisika. Hasil tersebut masukkan ke dalam tabel di buku kerjamu.

#### Hasil Pengamatan:

Makin banyak hasil pengamatan, berarti kamu telah mengerti tentang besaran fisika dan mampu mengelompokkan ke dalam besaran pokok atau besaran turunan.



## Latihan

- (1) Gaya pesepak bola itu dalam memainkan bola sangat mengagumkan.
- (2) Sapi itu menarik gerobak dengan gaya 1.200 newton.

Kedua pernyataan tersebut menggunakan

kata *gaya*. Apakah kata gaya dalam kedua pernyataan di atas tergolong dalam besaran fisika? Mengapa? Jelaskan dengan bahasamu sendiri.



## B. SISTEM SATUAN

### 1. Satuan Sistem Internasional

Hasil pengukuran suatu besaran dinyatakan dengan satuan. Satuan yang digunakan untuk menyatakan suatu besaran selalu berbeda-beda.

Tidak semua satuan dapat digunakan secara umum dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, perlu diadakan standarisasi satuan. Standarisasi satuan tersebut dimaksudkan untuk penyeragaman satuan, sehingga akan diperoleh satuan baku.

Syarat-syarat sebuah satuan baku adalah:

- a. bersifat tetap, maksudnya tidak berubah karena pengaruh apapun;
- b. mudah ditiru, maksudnya mudah dihasilkan kembali oleh siapa pun yang memakainya;
- c. universal maksudnya berlaku sama di berbagai negara.

Pada tahun 1975 para ahli Prancis menciptakan sistem satuan matriks. Dengan adanya sistem matriks ini, maka pada tahun 1960 *The General Conference of Weight and Measurement (CGPM)*, menetapkan satuan sistem internasional (International System of Units) yang disebut SI. Satuan sistem internasional pada dasarnya diturunkan dari sistem satuan matriks. Sistem satuan matriks inilah yang dipakai sebagai sistem satuan baku atau satuan standar.

### 2. Konversi Satuan

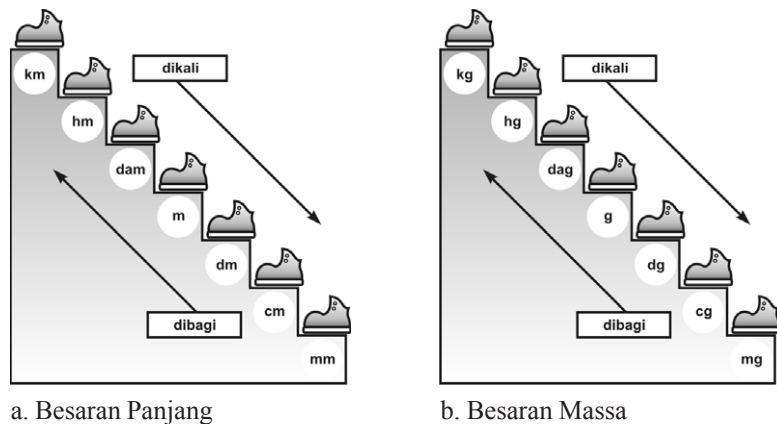
Nilai satuan pada besaran yang sama dapat dikonversikan (diubah) ke satuan yang lebih besar atau yang lebih kecil. Bagaimanakah cara mengkonversi satuan? Untuk memudahkan mengkonversi dari satu satuan ke satuan lain dapat menggunakan bantuan tangga konversi. Dalam tangga konversi, setiap kenaikan satu trap/tahap tangga dibagi dengan bilangan 10 atau kelipatannya, sedangkan penurunan satu trap/tutup tangga, turun 1 nilai satuannya dikalikan dengan bilangan 10 atau kelipatannya.

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:

- ☛ menggunakan satuan internasional dalam pengukuran;
- ☛ mengkonversi satuan panjang, massa, dan waktu secara sederhana.

► **Gambar 1.2**  
Tangga konversi untuk  
satuan panjang dan massa

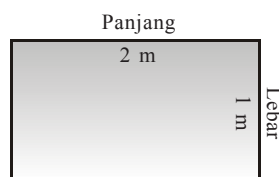


### Contoh:

1. Mengkonversi 1,25 meter ke satuan sentimeter. Dalam tangga konversi, sentimeter terletak 2 tangga di bawah satuan meter sehingga hasil dikalikan dengan 100.  
Jadi,  $1,25 \text{ m} = 1,25 \times 100 = 125 \text{ cm}$ .
2. Konversikan 125 cm ke satuan meter. Dalam tangga konversi, satuan meter terletak 2 anak tangga di atas satuan sentimeter, sehingga harus dibagi dengan 100.  
Jadi,  $125 \text{ cm} = 125 : 100 = 1,25 \text{ m}$

**Tabel 1.2**

Awalan	Faktor
kilo (K)	$\times 10^3$
mega (M)	$\times 10^6$
giga (G)	$\times 10^9$
tera (T)	$\times 10^{12}$
mili (m)	$\times 10^{-3}$
mikro ( $\mu$ )	$\times 10^{-6}$
nano (n)	$\times 10^{-9}$
piko (P)	$\times 10^{-12}$



▲ **Gambar 1.3** Persegi Panjang

Pada perubahan nilai satuan kadang mendapatkan harga satuan yang terlalu kecil atau terlalu besar dari angka 10. Oleh karena itu, dibutuhkan bantuan sebuah awalan untuk penyebutnya. Penulisan satuan dengan bilangan pokok 10 yang dipangkatkan itulah yang lebih dikenal sebagai penulisan satuan sistem metrik. Perhatikan Tabel 1.2.

Satuan internasional dapat pula digunakan dalam pengukuran besaran turunan. Besaran turunan yang dijumpai sehari-hari, misalnya luas dan volume. Luas persegi panjang adalah hasil kali panjang dan lebarnya. Panjang dan lebar termasuk besaran panjang, sehingga mempunyai satuan meter. Dengan demikian

$$\text{Luas persegi panjang} = \text{besaran panjang} \times \text{besaran lebar}$$

$$\begin{aligned} \text{Satuan luas} &= \text{satuan panjang} \times \text{satuan lebar} \\ &= \text{meter} \times \text{meter} \\ &= \text{meter}^2 \end{aligned}$$

Jika panjang sisi tersebut 2 m dan lebarnya juga 1 m, maka luas persegi panjang tersebut adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Luas persegi panjang} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 2 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Jika  $\text{m}^2$  dikonversi ke satuan  $\text{mm}^2$  didapatkan

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^2 &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= (1.000 \text{ mm}) \times (1.000 \text{ mm}) \\ 1 \text{ m}^2 &= 1.000.000 \text{ mm}^2 = 10^6 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Adapun  $1 \text{ m}^2$  jika dikonversi ke satuan  $\text{km}^2$  didapatkan

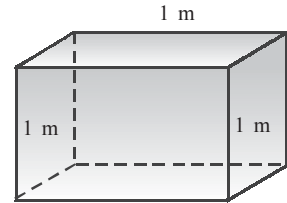
$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^2 &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= \left( \frac{1}{1000} \text{ km} \right) \times \left( \frac{1}{1000} \text{ km} \right) \times \left( \frac{1}{1000} \text{ km} \right) \\ 1 \text{ m}^2 &= \left( \frac{1}{1.000.000.000} \text{ km}^2 \right) = 10^{-9} \text{ km}^2 \end{aligned}$$

Konversi satuan luas akan lebih mudah kamu peroleh jika menggunakan tangga konversi. Dapatkah kamu menjalankan cara penggunaannya?

Dalam pengukuran volume, kita sering menemukan benda yang bentuknya teratur dan tidak teratur. Untuk benda yang teratur, misalnya balok volumenya merupakan hasil kali panjang  $\times$  lebar  $\times$  tinggi. Panjang, lebar, dan tinggi termasuk besaran panjang, sehingga:

Volume balok = panjang  $\times$  lebar  $\times$  tinggi

Satuan volume = satuan panjang  $\times$  satuan lebar  $\times$  satuan tinggi  
 = meter  $\times$  meter  $\times$  meter  
 = meter<sup>3</sup> = m<sup>3</sup>



▲ Gambar 1.4 Balok

Jika  $1 \text{ m}^3$  dikonversi ke satuan  $\text{cm}^3$  didapatkan

$$\begin{aligned} 1 \text{ m}^3 &= 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= (100 \text{ cm}) \times (100 \text{ cm}) \times (100 \text{ cm}) \\ 1 \text{ m}^3 &= 1.000.000 \text{ cm}^3 = 10^6 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Dalam kehidupan sehari-hari, satuan  $\text{cm}^3$  sering disebut cc (centimercubic). Misalnya sepeda motor 200 cc, artinya volume *karburator* sepeda motor itu 200  $\text{cc}^3$ .

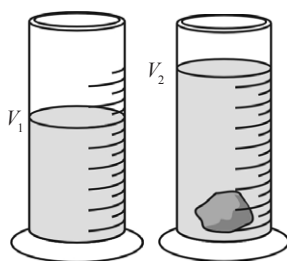
Jika  $1 \text{ dm}^3$  ingin dikonversi ke satuan  $\text{m}^3$  didapatkan

$$\begin{aligned} 1 \text{ dm}^3 &= 1 \text{ dm} \times 1 \text{ dm} \times 1 \text{ dm} \\ &= \left( \frac{1}{10} \text{ m} \right) \times \left( \frac{1}{10} \text{ m} \right) \times \left( \frac{1}{10} \text{ m} \right) \\ &= \frac{1}{1.000} \text{ m}^3 = 10^{-3} \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Satuan volume, khususnya untuk zat cair, sering pula menggunakan liter (l) dan mililiter (ml). Volume 1 liter setara dengan  $1 \text{ dm}^3$ . Tahukah kamu berapa  $\text{cm}^3$ -kah volume 1 ml air?

Dalam kehidupan sehari-hari kadang-kadang kita perlu mengetahui volume benda yang tidak teratur, misalnya menghitung volume batu, gunting, tang, dan sebagainya. Ada dua cara untuk mengukur volume benda-benda yang tidak teratur bentuknya, yaitu sebagai berikut.





▲ Gambar 1.5 Mengukur volume benda tidak beraturan dengan gelas ukur

### 1) Menggunakan gelas ukur

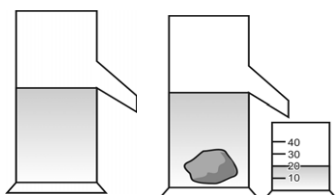
Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

- Isilah gelas ukur dengan air, sehingga volume air bisa diketahui, misalnya  $V_1$ .
- Masukkan benda ke dalam gelas ukur, sehingga permukaan air akan naik. Bacalah volumenya, misalnya  $V_2$ .
- Volume benda =  $V_2 - V_1$

### 2) Menggunakan gelas berpancuran dan gelas ukur

Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut.

- Gelas berpancuran diisi dengan air sampai air keluar dari pancurannya.
- Letakkan gelas ukur tepat di bawah pancurannya setelah tidak ada air keluar dari pancurannya.
- Masukkan benda ke dalam gelas berpancuran secara perlahan-lahan.
- Volume air yang keluar dari gelas berpancuran akan tertampung dalam gelas ukur karena terdesak oleh volume benda.
- Volume benda sama dengan volume air dalam gelas ukur.



▲ Gambar 1.6 Mengukur volume benda tidak beraturan dengan gelas berpancuran dan gelas ukur



## Latihan

- Konversikan satuan-satuan berikut ini ke dalam satuan meter.
  - 0,8 km
  - 120 km
  - 2,5 km
- Nyatakan 2.200 mg dalam satuan kg.
- Konversikan satuan-satuan berikut ke satuan sekon.
  - 2 hari
  - 0,5 jam
  - 240 ms
- Ubahlah ke dalam satuan  $m^2$ .
  - $10 \text{ hm}^2 = \dots m^2$
  - $10 \text{ mm}^2 = \dots m^2$
- Nyatakan 10 liter ke dalam satuan  $m^3$ .

## Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:

- ☛ menggunakan termometer untuk mengukur suhu zat;
- ☛ membuat termometer sederhana berskala berdasarkan sifat perubahan volume;
- ☛ membandingkan skala termometer Celsius dengan skala termometer yang lain.



## C. BESARAN SUHU

Di bagian awal bab ini, kamu sudah mempelajari besaran pokok. Besaran-besaran pokok yang paling sering kita temui dalam kehidupan sehari-hari yaitu panjang, massa, waktu, suhu, dan kuat arus listrik. Tiga di antaranya sudah kamu pelajari. Besaran pokok lain yang akan kamu pelajari berikut adalah suhu. Samakah pengertian suhu dengan panas? Sewaktu di SD, kamu sudah mengetahui bahwa panas merupakan salah satu bentuk energi. Suatu benda yang lebih panas mempunyai energi lebih banyak daripada benda yang lebih dingin. Misalnya, air panas dapat dikatakan mempunyai energi yang lebih

banyak daripada air dingin. Adapun ukuran atau tingkat panas suatu benda disebut suhu. Dengan demikian, pengertian suhu sangat erat hubungannya dengan panas. Sebab setiap benda yang dapat dirasakan panas atau dinginnya dapat diukur suhunya.

Suatu besaran fisika dapat dinyatakan dengan angka dan satuan. Untuk menyatakannya dengan angka tersebut, seseorang memerlukan alat ukur yang objektif dan universal. Artinya, alat itu tidak dipengaruhi keadaan pengukur, mudah digunakan, dapat digunakan semua orang, dan dapat digunakan di semua tempat. Oleh karena itulah, kita tidak dapat mengukur suhu benda menggunakan indra peraba. Apa yang terjadi jika segelas air diukur oleh dua orang yang berbeda; satu orang peka terhadap panas sedangkan yang lain tidak peka terhadap panas? Dapatkah keduanya menyatakan ukuran panas air yang sama?

Berdasarkan uraian di atas, kamu mengetahui bahwa indra peraba tidak dapat digunakan untuk mengukur suhu. Untuk itulah diperlukan alat pengukur suhu yang disebut termometer. Termometer merupakan suatu alat yang sangat peka terhadap panas. Prinsip kerjanya berdasarkan pemuaian zat cair. Jika sebuah termometer terkena panas (biasanya pada tandon zat cair) suatu benda, maka zat cair pengisinya akan memuai hingga ke skala tertentu. Angka skala yang ditunjukkan termometer itu adalah suhu benda yang diukur.

Kemampuan termometer sangat terbatas, artinya tidak dapat digunakan untuk mengukur sembarang suhu. Adapun zat cair yang biasa digunakan sebagai pengisi termometer adalah raksa atau alkohol.

### Untuk Diingat

*Panas adalah salah satu bentuk energi, sedangkan suhu adalah ukuran atau tingkat panas suatu benda.*

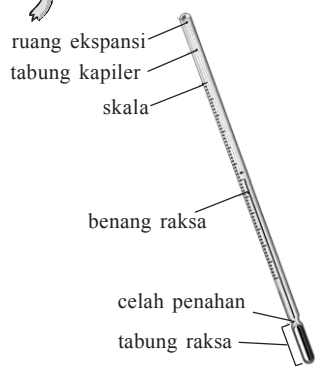


Sumber: Kamus Visual, 2004

▲ Gambar 1.7  
Termometer



## Radar Sains



Sumber: Kamus Visual, 2004  
Termometer klinis

### Termometer Klinis

*Termometer yang biasa digunakan dalam kedokteran sedikit berbeda dengan termometer di laboratorium sekolah. Kisaran skala termometer kedokteran (klinis) adalah 35–42 °C. Hal itu disesuaikan dengan suhu tubuh manusia normal (37 °C). Jika tubuh seseorang melebihi 42 °C atau kurang dari 35 °C, biasanya harapan untuk hidup sangat tipis. Selain itu, termometer klinis mempunyai lekukan sempit di atas tandon raksa. Pada saat digunakan untuk mengukur suhu pasien, raksa memuai dan melewati lekukan. Lekukan itu mencegah raksa segera kembali ke kedudukan awal. Hal itu mempermudah dokter dalam mendiagnosis penyakit. Raksa dapat kembali ke posisi semula setelah termometer digoyang-goyang.*

Untuk lebih memahami prinsip kerja termometer, cobalah kamu melakukan kegiatan berikut secara berkelompok. Sebelumnya, bentuklah satu kelompok yang terdiri 4 siswa; 2 laki-laki dan 2 perempuan.

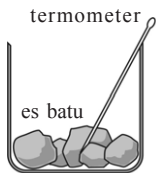


## Kegiatan 1.1

- Tujuan :**
1. Memahami prinsip kerja termometer.
  2. Membuat termometer sederhana.

**Alat dan Bahan:**

- Bejana
- Termometer
- Pemanas
- Es batu



**Cara Kerja:**

1. Sediakan bejana berisi es batu. Ukurlah suhu es batu itu menggunakan termometer Celsius.
2. Panaskan es batu di atas nyala api hingga mendidih. Ukurlah suhunya.
3. Ulangi langkah nomor 1 dan 2, tetapi menggunakan sebuah termometer yang tidak berskala.
4. Masukkan termometer ke dalam bejana berisi es batu. Jika permukaan cairan termometer sudah tidak bergerak turun, maka berilah tanda pada permukaan cairan termometer. Tanda itu disebut sebagai titik tetap bawah termometer ( $T_1$ ).  
Adapun tanda yang ditunjukkan pada permukaan cairan saat air mendidih disebut sebagai titik tetap atas termometer ( $T_2$ ).  
Bagilah antara titik tetap atas dari titik tetap bawah menjadi 100 skala.
5. Gunakan termometer buatanmu (langkah nomor 4) untuk mengukur suhu suatu benda.
6. Cocokkan hasilnya dengan termometer Celsius.

**Pertanyaan:**

1. Apakah kegunaan es batu dan air mendidih pada kegiatan ini?
2. Apa pendapatmu jika pembuatan skala tidak menggunakan 100 skala?
3. Nyatakan kesimpulan kelompokmu dalam buku kerjamu.

Sebelumnya kamu sudah mengetahui satuan suhu menurut SI adalah kelvin. Adapun dalam kehidupan sehari-hari satuan suhu yang sering kita temukan adalah derajat Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ) dan derajat Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ). Selain itu, juga ada satuan dalam derajat Reamur ( $^{\circ}\text{R}$ ). Untuk mengetahui kesetaraan keempat termometer yang perlu kita perhatikan adalah titik tetap bawah dan titik tetap atas masing-masing termometer. Berikut ini ditampilkan titik tetap bawah dan titik tetap atas keempat termometer.

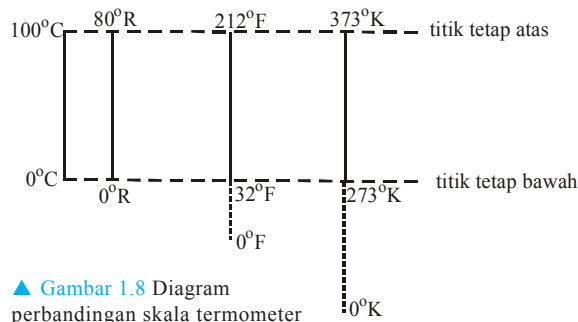
### 1. Titik Tetap Bawah

- ⇒ Termometer Celsius ( $0^{\circ}$ ) menggunakan titik beku air atau titik lebur es batu.
- ⇒ Termometer Reamur ( $0^{\circ}$ ) menggunakan titik beku air atau titik lebur es batu.
- ⇒ Termometer Fahrenheit ( $32^{\circ}$ ) menggunakan campuran es dengan garam.
- ⇒ Untuk Kelvin (273) menggunakan suhu pada saat semua gas mencair.

## 2. Titik Tetap Atas

- ⇒ Termometer Celsius ( $100^{\circ}$ ) menggunakan titik didih air pada tekanan udara 76 cmHg.
- ⇒ Termometer Reamur ( $80^{\circ}$ ) menggunakan titik didih air pada tekanan udara 76 cmHg.
- ⇒ Termometer Fahrenheit ( $212^{\circ}$ ) menggunakan titik didih air pada tekanan udara 76 cmHg.
- ⇒ Sedangkan untuk Kelvin ( $373$ ) menggunakan titik didih air pada tekanan 76 cmHg.

Untuk penyetaraan suhu (konversi suhu) keempat titik tetap bawah dan titik tetap atas tersebut dibuat dalam bentuk diagram seperti Gambar 1.8.



Berdasarkan diagram tersebut dapat diketahui bahwa

- termometer Celsius =  $100 - 0 = 100$  skala;
- termometer Reamur =  $80 - 0 = 80$  skala;
- termometer Fahrenheit =  $212 - 32 = 180$  skala;
- termometer Kelvin =  $373 - 273 = 100$  skala.

Keempat skala tersebut dapat dinyatakan dalam bentuk perbandingan berikut.

$$C : R : (F - 32) : (K - 273) = 5 : 4 : 9 : 5$$

Dengan berdasarkan perbandingan skala itu, kamu dapat menentukan kesetaraan (konversi) masing-masing suhu termometer. Misalnya:

- ❖ konversi suhu Celsius ke Reamur

$$C : R = 5 : 4 \rightarrow R = \frac{4}{5} C$$

- ❖ konversi suhu Fahrenheit ke Celsius

$$C : (F - 32) = 5 : 9 \rightarrow C = \frac{5}{9} (F - 32)$$

- ❖ konversi suhu Fahrenheit ke Celsius

$$C : (K - 273) = 5 : 5 \rightarrow C = \frac{5}{5} (K - 273)$$

Coba cari konversi suhu yang lain. Tuliskanlah faktor konversi suhu tersebut pada buku kerjamu.



## Contoh

1. Suatu hari suhu kota Jakarta sebesar  $30^{\circ}\text{C}$ . Berapakah suhu kota Jakarta jika diukur menggunakan termometer Fahrenheit?

### Penyelesaian:

Diketahui :  $C = 30^{\circ}\text{C}$

Ditanyakan:  $F = \dots?$

Jawab :

$$C : (F - 32) = 5 : 9$$

$$F - 32 = \frac{9}{5} C$$

$$F = \frac{9}{5} C + 32$$

$$F = \frac{9}{5} \times 30 + 32$$

$$F = 86^{\circ}\text{F}$$

Jadi, saat itu suhu kota Jakarta  $30^{\circ}\text{C}$  atau  $86^{\circ}\text{F}$ .

2. Air mendidih pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ . Berapakah suhunya menurut satuan SI?

### Penyelesaian:

Diketahui :  $C = 100^{\circ}\text{C}$

Ditanyakan :  $K = \dots?$

Jawab:

Dalam satuan SI, satuan suhu adalah kelvin (K), sehingga

$$C : (K - 273) = 5 : 5$$

$$K - 273 = \frac{5}{5} C$$

$$K = \frac{5}{5} C + 273$$

$$= 100 + 273$$

$$K = 373 \text{ K}$$

Jadi, dalam satuan SI air mendidih pada suhu  $373 \text{ K}$ .



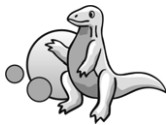
## Latihan

1. Jelaskan cara penggunaan termometer.
2. Segelas air bersuhu  $50^{\circ}\text{C}$ . Berapakah suhunya menurut satuan SI dan menurut termometer Fahrenheit?
3. Pada skala berapakah termometer Fahrenheit menunjukkan angka yang sama dengan termometer Reamur?



## Soal Tantangan

1. Seorang siswa mencoba membuat termometer. Menurutny pada saat air membeku (es batu) terjadi pada suhu  $10^{\circ}$  sedangkan air mendidih pada suhu  $70^{\circ}$ . Jika termometer buatan siswa itu digunakan untuk mengukur air yang bersuhu  $20^{\circ}\text{C}$  berapakah hasil pengukurannya?
2. Tono dan Tini duduk di kelas VII, masing-masing merancang termometer yang berbeda. Oleh Tono, air membeku ditulis pada skala 20, sedangkan oleh Tini ditulis 40. Adapun air mendidih, oleh Tono ditulis pada skala 100, sedangkan oleh Tini ditulis 160. Tentukan kesetaraan (konversi) suhu termometer rancangan kedua siswa itu.



### D. PENGUKURAN

Dahulu, nenek moyang kita sering menggunakan anggota tubuhnya sebagai alat ukur dan satuannya. Contohnya jengkal, hasta, depa, dan langkah. Seandainya alat ukur dan satuan tersebut masih dipakai hingga sekarang tentu akan menimbulkan kesulitan. Misalnya jengkal seseorang belum tentu sepanjang jengkal orang lain. Dengan kata lain, satuan yang demikian tidak bersifat universal. Satuan yang demikian disebut satuan tak baku.



Sumber: Dok. Penerbit

▲ **Gambar 1.9** Depa, ukuran sepanjang dua lengan mendeapang dari ujung jari tengah kiri ke ujung jari tengah kanan.

Makin majunya perkembangan, komunikasi antara ilmuwan daerah satu dengan yang lainnya juga makin berkembang. Agar terjadi kesamaan dalam satuan maka para ilmuwan sepakat untuk pemakaian satuan baku. Pembahasan satuan baku sudah kamu pelajari di bagian sistem satuan. Untuk lebih memahami penggunaan satuan baku, lakukan kegiatan berikut secara berkelompok. Sebelumnya, bentuklah satu kelompok yang terdiri 4 siswa; 2 laki-laki dan 2 perempuan.

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:  
*mengukur dengan satuan baku dan tak baku secara baik dan benar.*

### DISKUSI (Akurasi Fakta)

*Ukurlah panjang meja belajarmu dengan menggunakan:*

- jengkal tanganmu;
- sebatang pensil;
- penggaris plastik.

*Diskusikan hasil pengukuranmu dengan hasil pengukuran temanmu.*

*Data hasil pengukuran siapakah yang lebih akurat?*





## Kegiatan 1.2

**Tujuan:** Mengukur panjang dengan satuan baku dan satuan tak baku.

**Alat dan Bahan:**

- Meja belajar
- Pensil
- Penggaris kayu
- Mistar

**Cara Kerja:**

1. Ajaklah temanmu untuk mengukur meja belajarmu, tetapi sebelumnya kamu sendiri harus mengukurnya terlebih dahulu.
2. Mula-mula diukur dengan jengkal, pensil, penggaris kayu, dan terakhir dengan mistar.
3. Masukkan hasil pengukuranmu ke dalam tabel di buku kerjamu.

**Pertanyaan:**

1. Adakah kesamaan hasil pengukuranmu dengan hasil pengukuran temanmu untuk tiap-tiap alat ukur?
2. Nyatakan kesimpulanmu dalam buku kerjamu.

Pada saat pengukuran, selain penggunaan satuan baku, yang juga perlu diperhatikan adalah alat ukurnya. Alat ukur yang digunakan harus sesuai dengan besaran yang diukur.

Dengan demikian, alat ukur tersebut harus mempunyai tingkat ketelitian yang tinggi, sehingga hasil pengukuran nantinya mendekati kebenaran. Selain tingkat ketelitian alat ukur yang tinggi, hasil pengukuran juga tidak terlepas dari pelaku pengukuran. Setiap alat ukur selalu mempunyai satuan standar. Satuan standar tersebut digunakan untuk menyatakan nilai besaran yang diukur.

### 1. Alat Ukur Besaran Panjang

Standar panjang internasional yang pertama adalah sebuah batang yang terbuat dari campuran platinum-iridium yang disebut meter standar. Meter standar ini disimpan di The International Bureau of Weights and Measures (Lembaga Berat dan Ukuran Internasional) di Sevres, dekat Paris. Panjang satu meter awalnya ditentukan sebesar sepersepuluh juta kali jarak dari kutub utara ke khatulistiwa sepanjang garis bujur (meridian) yang melalui Paris.

Sejak tahun 1983, satu meter didefinisikan sebagai jarak yang ditempuh cahaya dalam ruang hampa selama selang waktu

$\frac{1}{299.792.458}$  sekon (bilangan ini tidak perlu kamu hafalkan).

Berdasarkan meter standar ini dapat diturunkan satuan-satuan panjang lainnya dan dibuat alat-alat ukur panjang. Alat ukur yang digunakan untuk mengukur besaran panjang antara lain mistar, meteran kelos (meteran gabung), jangka sorong, dan mikrometer sekrup.

**a. Mistar**

Mistar atau penggaris digunakan untuk mengukur benda-benda yang tidak begitu panjang, misalnya panjang buku, pensil, kain, dan sebagainya. Mistar mempunyai ketelitian pengukuran setengah skala terkecil dari mistar tersebut. Mistar mempunyai skala terkecil adalah mm, sehingga ketelitian mistar 0,5 mm atau 0,05 cm.

**b. Meteran kelos (meteran gulung)/rol meter**

Meteran kelos atau meteran gulung digunakan untuk mengukur jarak yang agak jauh, atau mengukur benda-benda yang memiliki panjang di atas 100 cm (1 m). Misalnya lebar jalan, panjang tanah kapling, dan sebagainya. Batas ketelitian dari meteran kelos adalah 25 mm atau 2,5 cm.



Sumber: CD ClipArt

▲ Gambar 1.10 Meteran kelos (meteran gulung)

**c. Jangka Sorong**

Jangka sorong digunakan untuk mengukur diameter bagian dalam sebuah pipa, diameter bagian luar pipa, dan mengukur kedalaman bejana. Bagian terpenting dari jangka sorong adalah sebagai berikut.

1) Rahang tetap

Rahang tetap memiliki skala panjang yang disebut skala utama.

2) Rahang geser (rahang sorong)

Rahang geser memiliki skala pendek yang disebut *nonius* atau *vernier*.

Batas ketelitian jangka sorong sampai ketelitian 0,1 mm atau 0,01 cm. Jangka sorong dapat digunakan untuk mengukur diameter luar suatu lingkaran (bagian A), diameter dalam suatu lingkaran (bagian B), kedalaman suatu lubang (bagian C). Perhatikan Gambar 1.11.

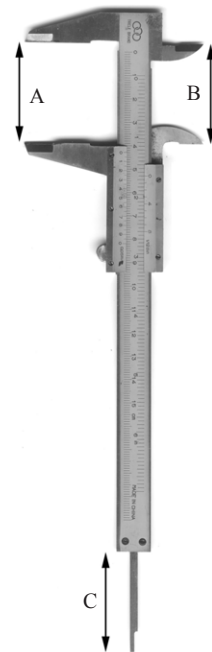
Cara pembacaan pengukuran dengan menggunakan jangka sorong seperti berikut.

Untuk membaca hasil pengukuran, perhatikan letak angka nol skala nonius dan carilah garis skala nonius yang berimpit dengan garis skala utama. Pada Gambar 1.12, angka nol pada skala nonius terletak di antara 5,3 cm dan 5,4 cm. Adapun, garis ke-6 skala nonius berimpit dengan salah satu garis skala utama. Dengan demikian hasil pengukuran yang ditunjukkan Gambar 1.12 adalah

skala utama = 5,3 cm

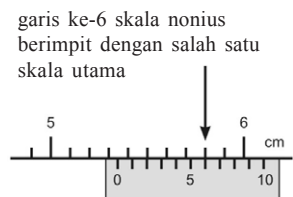
skala nonius = 0,06 cm

hasil pengukuran = 5,36 cm



Sumber: Dok. Penerbit

▲ Gambar 1.11 Jangka sorong



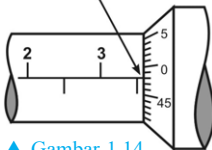
▲ Gambar 1.12



Sumber: *Ensiklopedi Sains dan Kehidupan*, 2003

▲ Gambar 1.13 Mikrometer sekrup

garis ke-48 skala geser berimpit skala utama



▲ Gambar 1.14

#### d. Mikrometer Sekrup

Mikrometer sekrup digunakan untuk mengukur ketebalan benda-benda yang berbentuk lembaran. Misalnya, tebal uang logam, dan tebal kertas.

Mikrometer sekrup mempunyai dua skala, yaitu:

- 1) Skala utama (skala tetap)
- 2) Skala nominal (skala putar)

Batas ketelitian mikrometer sekrup sampai ketelitian 0,01 mm atau 0,001 cm, sehingga ketelitiannya lebih cermat daripada ketelitian jangka sorong.

Cara pembacaan pengukuran dengan menggunakan jangka sorong seperti berikut.

Untuk membaca hasil pengukuran, perhatikan letak garis skala geser. Pada Gambar 1.14, skala geser terletak setelah angka 3,5 mm. Adapun, garis yang berimpit dengan skala utama adalah garis ke-48. Dengan demikian hasil pengukuran yang ditunjukkan Gambar 1.14 adalah

skala utama = 3,5 mm

skala geser = 0,48 mm

hasil pengukuran = 3,98 mm

## 2. Alat Ukur Besaran Massa

Massa adalah banyaknya materi yang terkandung dalam suatu benda. Satuan standar untuk massa adalah kilogram. Standar internasional untuk massa adalah sebuah silinder platinum iridium yang disimpan pada Lembaga Berat dan Ukuran Internasional di Sevres, dekat Paris. Menurut perjanjian internasional, massa dari sebuah silinder platinum-iridium ini disebut kilogram standar.

Apabila kita menimbang 1 liter air murni ( $H_2O$ ) yang suhunya  $4^{\circ}C$ , maka pada saat ditimbang massanya mendekati 1 kilogram.

Dalam kehidupan sehari-hari, sering dijumpai satuan massa yang lain, yaitu:

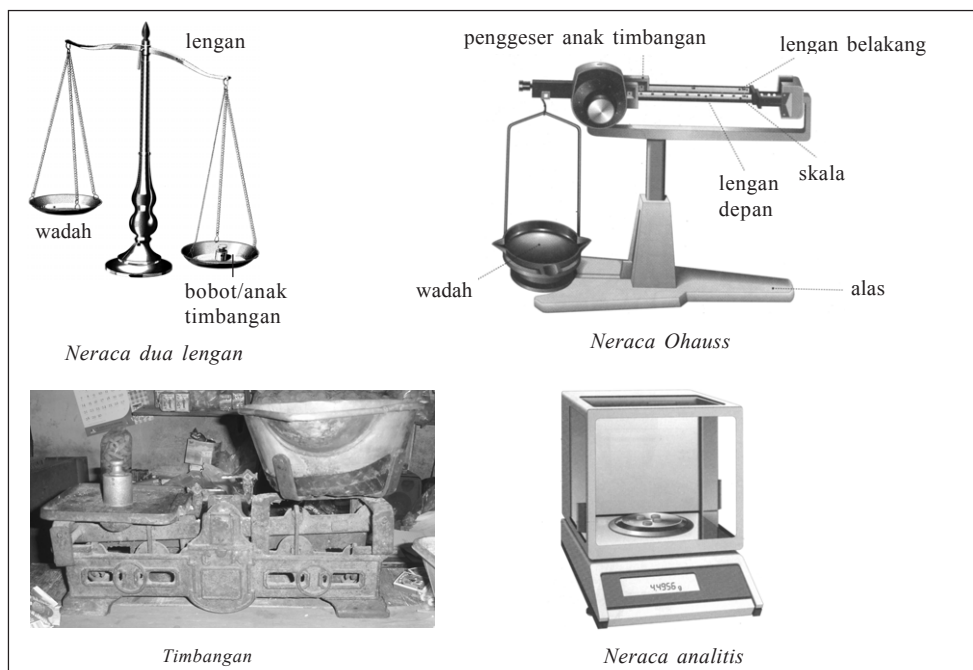
- a. 1 miligram =  $10^{-3}$  gram =  $10^{-6}$  kg.
- b. 1 gram =  $10^{-3}$  kg
- c. 1 kuintal =  $10^2$  kg
- d. 1 ton = 10 kuintal =  $10^3$  kg

Alat ukur untuk mengukur massa adalah neraca. Ada berbagai bentuk neraca yang dipakai untuk mengukur massa, antara lain neraca dua lengan, neraca tiga lengan, neraca pasar, neraca lengan luas, dan neraca digital.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ Gambar 1.15 Kilogram standar



▲ Gambar 1.16 Beberapa macam alat ukur massa

Sumber: Dok. Penerbit dan Kamus Visual, 2004

Di antara alat ukur massa, neraca pasar adalah alat ukur yang paling sering kamu temui dalam kehidupan sehari-hari. Neraca ini lebih sering disebut timbangan, sering dipakai oleh pedagang, baik di pasar atau di toko. Misalnya untuk menimbang beras, gula, dan buah. Benda yang diukur dimasukkan pada wadah besar lalu diletakkan pada salah satu sisi timbangan. Sisi yang lain diberi massa standar (anak timbangan) sampai terjadi keseimbangan. Pada posisi seimbang, massa benda yang diukur sama dengan massa standar yang dipakai (anak timbangan).

### 3. Alat Ukur Besaran Waktu

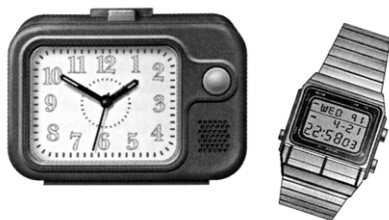
Standar satuan untuk waktu adalah sekon (detik). Pada awalnya, satu sekon merupakan waktu yang besarnya  $\frac{1}{86.400}$  hari dari rata-rata perputaran bumi. Karena waktu perputaran bumi selalu berubah dari tahun ke tahun, maka standar waktu ini tidak bertahan lama.

Dengan ditemukannya jam atom, menurut kesepakatan para ahli ditetapkan bahwa 1 sekon adalah waktu yang diperlukan oleh atom cesium untuk bergetar sebanyak 9.192.631.770 kali (angka ini tidak perlu kamu hafalkan). Berbagai satuan waktu terhadap sekon (detik) adalah:

- 1 menit = 60 detik
- 1 jam = 60 menit = 3.600 detik.
- 1 hari = 24 jam = 1.440 menit = 86.400 detik.

Alat yang digunakan untuk mengukur waktu adalah arloji dan stopwatch.

#### a. Arloji



Sumber: *Ensiklopedi Iptek*, 2004

▲ Gambar 1.18 (a) jam (b) Arloji digital

Arloji sering digunakan orang dalam keseharian. Pada arloji terdapat tiga jarum, yaitu jarum jam, jarum menit, dan jarum detik. Masing-masing jarum menunjuk skala yang berbeda. Satu skala pada jarum jam menunjuk skala yang berbeda. Satu skala menunjukkan jam, satu skala menunjukkan menit, dan satu skala menunjukkan detik. Ada lagi arloji digital yang didasarkan pada banyaknya getaran yang dilakukan oleh sebuah kristal kuarsa yang sangat kecil. Arloji digital langsung menunjuk skala jam, menit, dan detik.



Sumber: *Kamus Visual*, 2004

▲ Gambar 1.19 Stopwatch

#### b. Stopwatch

Untuk mengukur selang waktu yang singkat pada suatu peristiwa yang sedang berlangsung, biasanya menggunakan stopwatch. Alat ini biasanya digunakan untuk praktek di laboratorium atau dalam olahraga. Caranya dengan menghidupkan stopwatch pada saat peristiwa berlangsung dan menghentikannya sampai peristiwa selesai. Angka yang ditunjukkan merupakan lama waktu yang diukur. Stopwatch dijalankan dan dihentikan dengan menekan tombol yang sama pada stopwatch.



### Radar Sains

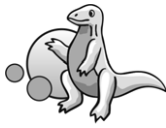
Saat ini sistem satuan yang sering digunakan adalah System International (SI). Sistem ini berasal dari Prancis dan menggunakan sistem metrik. Pada satuan SI, standar panjang adalah meter, standar massa adalah kilogram, dan standar waktu adalah sekon. Karena itulah sistem ini dulunya disebut MKS (meter - kilogram - sekon).

Sistem metrik yang kedua adalah sistem cgs. Pada sistem ini, standar panjang adalah sentimeter; standar massa adalah gram, dan standar waktu adalah sekon. Selain kedua sistem di atas, beberapa kalangan tertentu masih ada yang menggunakan sistem Inggris (British Engineering System). Pada sistem Inggris, standar panjang adalah foot, standar berat adalah pond, dan standar waktu adalah sekon.



### Latihan

1. Sebutkan syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh sebuah satuan standar yang baik.
2. Apakah definisi:
  - a. satu meter,
  - b. satu kilogram, dan
  - c. satu sekon.
3. Sebut dan jelaskan bagian yang terpenting dari sebuah jangka sorong.
4. Ibu pergi ke warung untuk membeli beras. Ibu mengatakan beratnya beras 6 kilogram saja.  
Apakah pernyataan ibu tersebut benar? Mengapa? Jelaskan.
5. Mengapa jam atom merupakan alat pengukur waktu yang akurat? Jelaskan.



## E. KESELAMATAN KERJA DI LABORATORIUM

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:  
*memerhatikan dan menerapkan keselamatan kerja dalam pengukuran.*

Kecelakaan bisa terjadi di mana saja dan pada kegiatan apapun, termasuk kegiatan pengukuran di laboratorium. Melakukan kegiatan di laboratorium memang mengesankan, tetapi juga bisa berbahaya kalau kamu tidak mengikuti aturan-aturan untuk melakukan kegiatan. Aturan-aturan dalam laboratorium bertujuan untuk menjaga keselamatan dan kelancaran kegiatan di laboratorium. Aturan-aturan apa saja yang harus kamu taati supaya kegiatan di laboratorium bisa berlangsung aman? Untuk mengetahuinya ikutilah uraian berikut.

### 1. Aturan-Aturan Umum di Laboratorium

- Siswa tidak diperbolehkan masuk tanpa seijin guru.
- Hendaknya memakai jas praktikum, apabila mengadakan kegiatan di laboratorium.
- Bacalah semua petunjuk untuk melakukan eksperimen. Ikuti petunjuknya, apabila masih bingung tanyakan kepada gurumu.
- Pada saat kegiatan praktikum berlangsung, dilarang makan dan minum.
- Dilarang menyalakan api.
- Gunakan alat-alat sesuai petunjuk dan seijin gurumu.
- Selesai melakukan kegiatan kembalikan alat-alat ke tempat semula dalam keadaan bersih dan rapi.
- Cucilah tanganmu setelah melakukan kegiatan.
- Bersihkan meja kerja dan ruangan laboratorium setelah kegiatan selesai.
- Kontrol lagi semua peralatan dan pastikan semua dalam keadaan aman.

### 2. Aturan-Aturan Keselamatan terhadap Listrik

Bahaya listrik dapat disebabkan oleh tegangan listrik dari PLN ataupun alat-alat yang menghasilkan tegangan listrik, misalnya generator. Cara untuk menghindari kecelakaan terhadap penggunaan listrik antara lain sebagai berikut.

- Pastikan tangan dan meja kerja dalam keadaan kering agar tidak terjadi sengatan listrik.
- Penyetelan dan pengubahan rangkaian-rangkaian listrik, pastikan dalam keadaan listrik telah terputus dari sumber listrik.
- Jangan menggunakan steker yang bertumpuk-tumpuk di stop kontak karena dapat menyebabkan kelebihan beban sehingga menimbulkan panas dan memicu kebakaran.





## Rangkuman

1. Besaran adalah sesuatu yang dapat diukur dan dinyatakan dengan angka dan satuan.
2. Mengukur adalah membandingkan suatu besaran dengan sebuah satuan.
3. Satuan adalah pembanding dalam pengukuran.
4. Besaran pokok adalah besaran yang satuannya sudah didefinisikan terlebih dahulu dan bukan penjabaran dari besaran lain.
5. Besaran turunan adalah besaran yang satuannya diturunkan dari besaran pokok.
6. Konversi satuan adalah mengubah nilai satuan ke satuan yang lain. Untuk memudahkan mengkonversi satuan yang digunakan dengan tangga konversi.
7. Suhu adalah derajat panas atau dinginnya suatu benda. Satuan untuk besaran suhu adalah derajat. Alat ukur suhu adalah termometer.
8. Untuk mengkonversi satuan suhu dapat menggunakan perbandingan skala termometer C : R : (F – 32) : (K – 273) = 5 : 4 : 9 : 5
9. Satuan tak baku adalah satuan yang digunakan oleh masyarakat setempat dan hasil ukurannya berbeda antara orang yang satu dengan orang yang lain.
10. Satuan baku adalah satuan yang telah disepakati secara umum, sehingga hasil pengukuran dapat dinyatakan dengan jelas keakuratannya (kebenarannya).



## Tugas Proyek

### (Menumbuhkan semangat inovatif/kreatif)

Prinsip kerja termometer adalah pemuaian volume zat cair pengisinya. Rancanglah sebuah model termometer sederhana. Gunakan bekas bola lampu sebagai tandon zat cair pengisi. Gunakanlah pada pipa kecil. Presentasikan hasil rancanganmu di depan kelas.



## Refleksi

Apabila kamu sudah membaca isi bab ini dengan baik, seharusnya kamu sudah dapat mengerti tentang hal-hal berikut.

1. Besaran pokok dan besaran turunan.
2. Satuan sistem internasional (SI).
3. Mengkonversi satuan.
4. Pengukuran dengan satuan baku.

Apabila masih ada materi yang belum kamu pahami, tanyakan pada gurumu. Setelah paham, maka pelajailah bab selanjutnya.



## Glosarium

- besaran fisika* : besaran yang dapat dinyatakan dengan angka.  
*digital* : kode angka.  
*sistem metrik* : sistem yang menggunakan dasar desimal.  
*titik tetap atas* : angka skala tertinggi suatu termometer.  
*titik tetap bawah* : angka skala terendah suatu termometer.



## Uji Kompetensi

Kerjakan soal-soal berikut di buku kerjamu

### A. Pilihlah salah satu jawaban yang benar.

1. 

No.	Besaran	Satuan
1	Luas	meter <sup>2</sup>
2	Suhu	kelvin
3	Kecepatan	meter/sekon
4	Massa jenis	kilogram/meter <sup>2</sup>

Besaran turunan dengan satuan yang benar menurut SI pada tabel di atas ditunjukkan oleh nomor ....

- a. 1, 2, 3                      c. 2 dan 4
  - b. 1 dan 3                    d. semuanya benar
2. Menurut satuan SI, suhu mempunyai satuan ....
  - a. °C                            c. °F
  - b. K                             d. °R
3. Berikut ini kegiatan yang menggunakan satuan baku untuk besaran panjang adalah ....
  - a. mengukur papan tulis dengan depa
  - b. mengukur panjang buku dengan mistar
  - c. mengukur panjang meja dengan pensil
  - d. mengukur panjang tali dengan langkah
4. Massa beras dalam karung 100 kg. Pada pernyataan tersebut, yang dimaksud satuan adalah ....
  - a. massa                        c. 100
  - b. beras                         d. kg

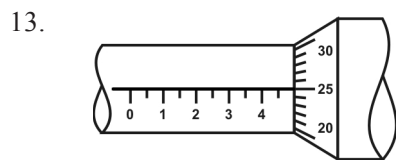
5. Perbandingan skala termometer Celsius dengan Kelvin adalah ....
  - a. 1 : 1                            c. 4 : 9
  - b. 4 : 5                            d. 5 : 9
6. Untuk membuat titik tetap atas, suatu model termometer dicelupkan pada ....
  - a. es batu                        c. parafin cair
  - b. air mendidih                d. uap air
7. Togar bersepeda dengan kecepatan 1,2 km/menit. Kecepatan bersepeda Togar dalam SI adalah ....
  - a. 200 ms<sup>-1</sup>                        c. 20 ms<sup>-1</sup>
  - b. 80 ms<sup>-1</sup>                        d. 10 ms<sup>-1</sup>
8. Termometer Celsius dan Fahrenheit akan menunjukkan skala yang sama pada angka ....
  - a. -40 °C                        c. 0 °C
  - b. -20 °C                        d. 100 °C
9. Air bersuhu 45 °C. Jika diukur menggunakan termometer Fahrenheit suhunya adalah ....
  - a. -93 °F                        c. 57 °F
  - b. 49 °F                         d. 113 °F
10. Besaran berikut yang diturunkan dari besaran panjang adalah ....
  - a. berat                            c. volume
  - b. massa                         d. gaya

11.

No.	Besaran	Satuan	Alat Ukur
1.	Panjang	cm	meter
2.	Massa	gram	neraca
3.	Waktu	sekon	arloji
4.	Suhu	kelvin	termometer

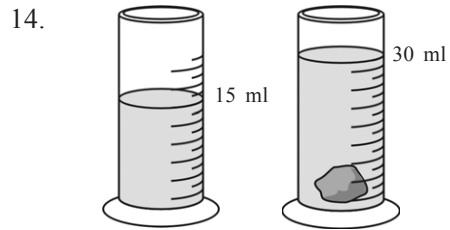
Besaran pokok dengan satuan yang benar dalam SI ditunjukkan oleh nomor ....

- a. 1 dan 2                      c. 3 dan 4  
b. 2 dan 3                      d. 1 dan 4
12. Pengukuran volume benda yang tidak beraturan menggunakan alat ukur ....
- a. jangka sorong              c. neraca  
b. mistar                        d. gelas ukur



Pembacaan mikrometer pada gambar di atas adalah ....

- a. 4,25 m                      c. 4,75 m  
b. 4,50 m                      d. 4,59 m



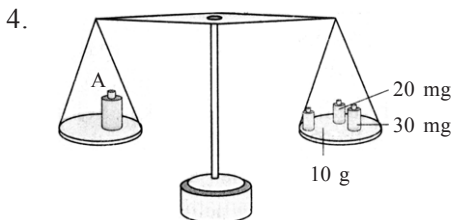
Volume kerikil berdasarkan gambar adalah ....

- a. 10 ml                        c. 20 ml  
b. 15 ml                        d. 20 ml
15. Aturan yang paling penting untuk menjaga keselamatan dalam kegiatan di laboratorium adalah ....
- a. meminta ijin pada guru  
b. memakai jas praktikum  
c. mengikuti semua petunjuk  
d. memakai kaca mata pelindungan

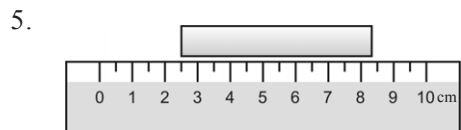
## B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas.

- Apakah satuan panjang dalam SI?
- Sebuah mobil bergerak dengan kelajuan 108 km/jam. Berapakah kelajuannya dalam satuan SI?
- Volume tangki minyak adalah  $0,8 \text{ m}^3$ . Nyatakan volume tangki minyak tersebut dalam:
 

a.  $\text{dm}^3$ ,                      d.  $\text{cm}^3$ ,  
b. liter,                        c. ml.



Apabila neraca pada gambar dalam posisi seimbang, berapakah massa untuk A?



Pada pengukuran panjang balok kayu di atas tentukan panjang balok kayu.

# Bab 2

## GERAK



Sumber: CD ClipArt

*Kereta api bergerak, berpindah dari stasiun satu ke stasiun lainnya, melintasi rel. Suatu saat rel tampak seperti garis lurus. Namun, saat yang lain lintasan rel melengkung. Demikian pula gerakan kereta api, kadang lurus tetapi dapat juga tidak lurus. Selain itu, kereta api suatu saat makin cepat tetapi di lain saat gerakannya melambat.*

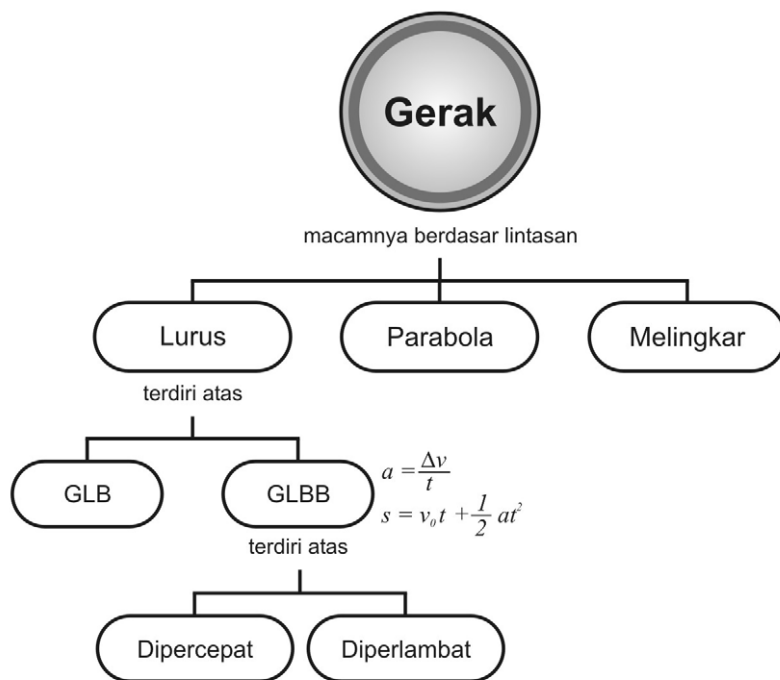
*Fenomena gerakan kereta api itu akan kamu pelajari pada bab ini. Pada bab ini kamu akan mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan gerak dan macamnya serta penerapannya dalam kehidupan sehari-hari.*

### ❖ Pretest ❖

1. Apakah pengertian gerak?
2. Apakah perbedaan jarak dan perpindahan?
3. Apakah perbedaan kelajuan dan kecepatan?
4. Apakah gerak lurus beraturan itu? Sebutkan ciri-cirinya?
5. Apakah gerak lurus berubah beraturan itu? Sebutkan ciri-cirinya?

### ❖ Kata-Kata Kunci ❖

- |                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| – gerak lurus beraturan         | – kecepatan  |
| – gerak lurus berubah beraturan | – kelajuan   |
| – gerak relatif                 | – percepatan |
| – gerak semu                    |              |



Coba perhatikan lingkungan sekitarmu. Apa sajakah yang bergerak? Hewan dan tumbuhan termasuk lingkungan biotik yang dapat bergerak. Adapun angin, air, dan mobil termasuk lingkungan abiotik yang juga dapat bergerak. Penyebab gerakan makhluk hidup (lingkungan biotik) umumnya karena ada rangsangan. Pada bab ini kamu akan mempelajari gerakan benda-benda tak hidup. Karena itu pusatkan perhatianmu misalnya pada jalannya mobil, sepedamu, atau perputaran jarum jam.



## A. GERAK BENDA

Kalau kamu amati beberapa gerak benda yang telah di kemukakan sebelumnya, tentu kamu akan melihat gerak benda dengan lintasan berbentuk garis lurus, lingkaran, parabola, dan beraturan. Tentu saja tiap gerak benda mempunyai ciri-ciri yang berbeda.

### 1. Pengertian Gerak

Dalam kehidupan sehari-hari, kamu sering melakukan kegiatan-kegiatan, misalnya berjalan ke sekolah, ke kamar mandi, mengayuh sepeda, atau ke pasar. Setiap kegiatan-kegiatan itu selalu memerlukan gerakan. Apakah sebenarnya gerakan itu? Untuk mengetahui jawabannya pahami uraian berikut.

Agus naik kereta dari Jakarta menuju Solo. Di dalam kereta Agus melihat pohon-pohon di luar kereta terlihat bergerak dan saling kejar-kejaran. Adapun, penumpang yang duduk di dalam kereta tetap dalam keadaan diam (tidak bergerak).

Berdasarkan penggambaran ini dapat disimpulkan sebagai berikut.

- Benda dikatakan bergerak apabila mengalami perpindahan atau perubahan posisi terhadap benda lain/titik acuan.
- Benda dikatakan diam (tidak bergerak) apabila tidak mengalami perpindahan atau perubahan posisi terhadap benda lain.
- Gerak bersifat relatif ditinjau terhadap benda lain yang dipakai sebagai acuan.

Berdasarkan acuannya, gerak dibedakan menjadi dua, yaitu gerak yang sebenarnya dan gerak semu. Gerak sebenarnya/nyata adalah gerak benda yang benar-benar terjadi ditinjau dari titik acuan yang diam. Misalnya, bus meninggalkan terminal, kelapa jatuh dari pohon. Gerak semu adalah gerak benda yang seolah-olah tampak bergerak, namun sebenarnya benda tersebut diam, misalnya matahari terbit dari sebelah timur ke barat.

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:  
*menemukan persamaan laju*

### Diskusi

(Menumbuhkan Rasa Ingin Tahu)

*Semua benda di bumi tidak ada yang tidak bergerak. Mengapa demikian?*



Sumber: <http://google.com>.

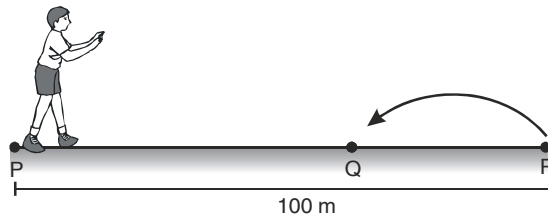
▲ Gambar 2.1 Sprinter berlari cepat di lintasan yang lurus.

Gerak berdasarkan lintasan dibagi menjadi tiga, yaitu gerak lurus, gerak melingkar, dan gerak parabola. Gerak lurus adalah gerak benda yang lintasannya berbentuk garis lurus, misalnya sprinter (pelari jarak pendek) yang berlari cepat di lintasan yang lurus. Gerak melingkar adalah gerak benda yang lintasannya berbentuk lingkaran, misalnya gerakan jarum jam. Gerak parabola adalah gerak benda yang lintasannya berbentuk lingkaran yang tidak penuh, misalnya gerakan peluru yang ditembakkan dari sebuah senapan dengan membentuk sudut *elevasi* (kemiringan) tertentu.

Setiap benda yang bergerak akan mengalami perpindahan atau perubahan posisi, membutuhkan waktu untuk berpindah, dan mempunyai kecepatan gerak. Jadi, sebuah benda dikatakan bergerak apabila keadaan benda berubah ditinjau dari titik acuan.

## 2. Jarak dan Perpindahan

Ketika membahas gerak, kamu harus dapat membedakan pengertian jarak dan perpindahan. Untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar 2.2.



▲ Gambar 2.2 Rute perjalanan seorang anak

Seorang anak berjalan dari titik P ke kanan menuju titik R sejauh 100 m. Dari titik R anak tersebut berjalan ke kiri menuju titik Q sejauh 40 m. Jika titik P sebagai acuan maka dari Gambar 2.2 dapat dihitung sebagai berikut.

- $$\begin{aligned}\text{Jarak} &= \text{panjang PR} + \text{panjang RQ} \\ &= 100 \text{ m} + 40 \text{ m} \\ &= 140 \text{ m}\end{aligned}$$
- $$\begin{aligned}\text{Perpindahan} &= \text{Posisi akhir} - \text{Posisi awal} \\ &= 100 \text{ m} - 40 \text{ m} \\ &= 60 \text{ m}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat diuraikan bahwa jarak adalah panjang lintasan yang ditempuh benda selama berjalan tanpa memerhatikan arah. Adapun, perpindahan adalah perubahan posisi suatu benda selama bergerak beserta arah geraknya.

### 3. Kecepatan dan Kelajuan

Kecepatan adalah perubahan kedudukan benda tiap satuan waktu atau perbandingan antara jarak yang ditempuh dengan waktu yang diperlukan untuk menempuh jarak tersebut. Misalnya, jika sepeda motor bergerak dengan jarak tiap sekon selalu sama, sepeda motor itu mempunyai kecepatan yang tetap (sama). Makin besar kecepatan benda, maka makin kecil waktu yang dibutuhkan untuk mencapai jarak tempuh tersebut.

Kecepatan merupakan besaran vektor, karena selain mempunyai nilai kecepatan juga mempunyai arah. Misalnya, sepeda motor bergerak dengan kecepatan 60 km/jam ke arah selatan. Adapun yang dimaksud kelajuan adalah besar kecepatan tanpa melihat arah. Misalnya, laju kendaraan dapat dilihat pada spidometer kendaraan. Karena laju tidak mempunyai arah, maka laju termasuk besaran skalar.

Hubungan jarak, kecepatan, dan waktu secara matematis

dirumuskan 
$$v = \frac{s}{t}$$

Dengan:

$v$  = kecepatan ( $\text{ms}^{-1}$ )

$s$  = jarak tempuh (m)

$t$  = waktu tempuh (s)

Biasanya benda bergerak dengan besar kecepatan tidak tetap, atau berubah-ubah. Untuk mencari kelajuan digunakan besar kecepatan rata-rata, yaitu hasil bagi antara jumlah jarak yang ditempuh dibagi jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tersebut.

Rumus kecepatan rata-rata adalah 
$$v_{\text{rata-rata}} = \frac{s_1 + s_2 + \dots}{t_1 + t_2 + \dots}$$

Berdasarkan pengertian kecepatan rata-rata, kita dapat mengetahui bahwa kelajuan yang terukur pada spidometer sebenarnya besar kecepatan pada saat tertentu. Kecepatan itulah yang disebut kecepatan sesaat.



Sumber: Dok. Penerbit

▲ Gambar 2.3 Spidometer kendaraan



#### Contoh

1. Didin berjalan ke sekolah yang berjarak 180 m dalam waktu 4 menit. Tentukan kecepatan Didin berjalan ke sekolah.

#### Penyelesaian:

Diketahui:  $s = 180$  meter

$t = 4 \text{ menit} = 4 \times 60 \text{ sekon} = 240 \text{ sekon}$

Ditanyakan:  $v = \dots?$

Jawab: 
$$v = \frac{s}{t} = \frac{180 \text{ m}}{240 \text{ s}} = 0,75 \text{ ms}^{-1}$$

Jadi, kecepatan Didin berjalan  $0,75 \text{ ms}^{-1}$



2. Jarak yang ditempuh sebuah mobil ke arah barat adalah sebagai berikut.

- 5 menit pertama menempuh jarak 10 km;
- 10 menit kedua menempuh jarak 13 km;
- 25 menit ketiga menempuh jarak 25 km.

Tentukan kecepatan rata-rata mobil tersebut.

### Penyelesaian:

Diketahui:

$$\begin{aligned}\text{Jumlah jarak yang ditempuh (s)} \\ &= 10 \text{ km} + 13 \text{ km} + 25 \text{ km} \\ &= 48 \text{ km} = 48.000 \text{ meter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah waktu tempuh (t)} \\ &= 5 \text{ menit} + 10 \text{ menit} + 25 \text{ menit} \\ &= 40 \text{ menit} = 40 \times 60 \text{ sekon} \\ &= 2.400 \text{ sekon}\end{aligned}$$

Ditanyakan:  $v_{\text{rata-rata}} = \dots?$

$$\begin{aligned}\text{Jawab: } v_{\text{rata-rata}} &= \frac{s}{t} \\ &= \frac{48.000 \text{ m}}{2.400 \text{ s}} \\ &= 20 \text{ ms}^{-1}\end{aligned}$$

Jadi, kecepatan rata-rata mobil  $20 \text{ ms}^{-1}$ .

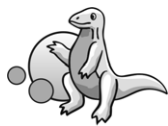


### Latihan

1. Kondektur bus sedang memungut biaya kepada penumpang dari depan pada sebuah bus yang berjalan meninggalkan terminal. Sebutkan macam-macam gerak yang dilakukan kondektur.
2. Kecepatan seorang sprinter  $10 \text{ ms}^{-1}$  dan menempuh jarak 100 m. Tentukan waktu yang diperlukan sprinter untuk menempuh jarak tersebut.

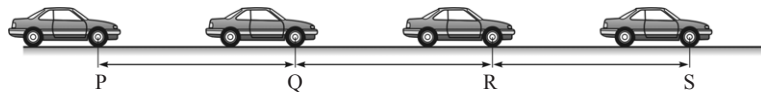
### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat: *menunjukkan konsep GLB dalam kehidupan sehari-hari.*



### B. GERAK LURUS BERATURAN

Bagaimana sebuah benda dikatakan melakukan gerak lurus beraturan? Untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar 2.4 di bawah ini.



▲ Gambar 2.4 Sebuah mobil yang bergerak lurus beraturan

Kedudukan awal mobil di titik P, pada detik pertama mobil menempuh jarak PQ sejauh 40 m, detik kedua menempuh jarak PR sejauh 40 m, dan seterusnya. Dengan demikian, setiap sekon mobil menempuh jarak yang sama, yaitu 40 m. Atau dengan kata lain mobil melakukan kecepatan tetap sebesar  $40 \text{ ms}^{-1}$ .

Benda dikatakan melakukan gerakan lurus beraturan (GLB) apabila memenuhi syarat sebagai berikut.

1. Lintasan gerak berupa garis lurus.
2. Kecepatan selalu tetap.

Jadi, gerak lurus beraturan adalah gerak benda yang lintasannya lurus dan kecepatannya tetap. Benda yang bergerak lurus beraturan dapat diketahui dengan percobaan menggunakan alat *ticker timer*. Gerak benda yang benar-benar dengan lintasan lurus sebenarnya tidak ada. Tahukah kamu mengapa demikian?

Untuk memahami gerak lurus beraturan, coba kamu melakukan kegiatan berikut secara berkelompok. Sebelumnya bentuklah satu kelompok yang terdiri 4 siswa; 2 laki-laki dan 2 perempuan.



## Kegiatan 2.1

**Tujuan:** – Menyelidiki gerak lurus beraturan

**Alat dan Bahan:**

- Mobil mainan bertenaga baterai
- Papan luncur
- Ticker timer
- Pita kertas
- Power supply (sumber listrik)

**Cara Kerja:**

1. Rangkailah alat dan bahan, seperti gambar berikut ini.

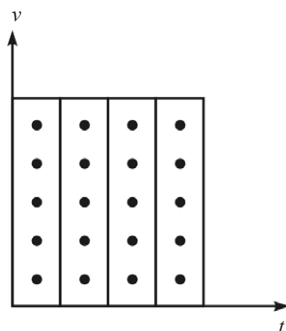


2. Hidupkan ticker timer, kemudian jalankan mobil mainan, sehingga timbul ketikan pada pita kertas.
3. Amati ketikan ticker timer pada pita kertas. Kalau jarak antartitik sama berarti waktunya juga sama.
4. Potonglah pita kertas tersebut dengan jumlah 5 titik tiap potongan.
5. Susunlah potongan tersebut menjadi sebuah diagram batang.

**Pertanyaan:**

1. Bagaimana jarak antartitik pada pita kertas tersebut?
2. Bagaimana kecepatan mobil mainan tersebut kalau bergerak-nya lurus?
3. Nyatakan kesimpulan kelompokmu dalam buku kerjamu.

Gambar 2.5 merupakan titik-titik pada potongan pita ticker timer menunjukkan besar kecepatan gerak mobil mainan. Karena itulah sumbu tegak grafik diberi notasi  $v$ , sedangkan sumbu mendatar diberi notasi  $t$ . Jarak tempuh mobil mainan merupakan panjang pita ticker timer sebelum dipotong-potong. Dengan



**Gambar 2.5** Hasil ketikan ticker timer yang telah disusun

demikian luas bangun persegi merupakan jarak yang ditempuh mobil mainan. Pernyataan ini dapat ditulis sebagai berikut.

jarak tempuh = luas persegi

$$s = v \times t$$

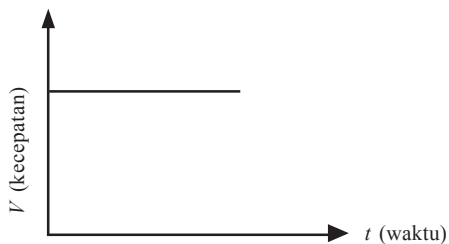
Dalam bentuk lain, rumus gerak tersebut dapat ditulis

$$v = \frac{s}{t}$$

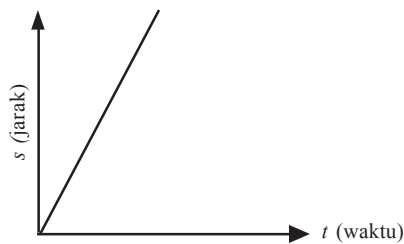
Jika titik-titik paling atas pada Gambar 2.5 ditarik dengan satu garis lurus, akan menghasilkan gambar grafik yang ditunjukkan Gambar 2.6. Namun, jika pita ticker timer hasil kegiatan kamu potong-potong dengan jumlah titik tertentu, misalnya 2 titik, 4 titik, 6 titik, dan seterusnya akan kamu dapatkan bentuk grafik seperti Gambar 2.7. Tahukah kamu arti kemiringan garis pada grafik  $s-t$ ?

### Jangan Lupa

*Gerak lurus beraturan tiap detiknya mempunyai kecepatan yang tetap (sama).*



▲ **Gambar 2.6** Grafik  $v$  terhadap  $t$



▲ **Gambar 2.7** Grafik  $s$  terhadap  $t$

Gerak lurus beraturan, misalnya mobil bergerak di jalan raya dengan kecepatan tetap.



### Contoh

1. Andi berlari sejauh 60 meter dalam waktu 10 s. Berapakah besar kecepatan berlari Andi?

#### Penyelesaian:

Diketahui:  $v = 60 \text{ m}$

$t = 10 \text{ s}$

Ditanyakan:  $v = \dots?$

Jawab:  $v = \frac{s}{t}$

$$= \frac{60 \text{ m}}{10 \text{ s}}$$

$$= 6 \text{ ms}^{-1}$$

Jadi, besar kecepatan Andi  $60 \text{ ms}^{-1}$ .

2. Dua kakak beradik berlomba lari. Si adik berlari dengan kelajuan  $1 \text{ ms}^{-1}$  dan berlari 10 detik lebih dulu daripada si kakak. Jika kelajuan si kakak  $2 \text{ ms}^{-1}$  kapan dan di mana si kakak dapat menyusul adiknya?

### Penyelesaian:

Diketahui:  $v_A = 1 \text{ ms}^{-1}$

$$v_K = 2 \text{ ms}^{-1}$$

$$t_K = t_A - 10$$

Ditanyakan:  $t_K = \dots?$

Jawab: Si kakak dianggap dapat menyusul si adik jika jarak tempuhnya sama dengan jarak tempuh si adik dari garis start. Dengan demikian dapat ditulis dalam bentuk rumus.

$$s_K = s_A$$

$$v_K \cdot t_K = v_A \cdot t_A$$

$$2(t_A - 10) = 1 t_A$$

$$2t_A - 20 = t_A$$

$$t_A = 20 \text{ s}$$

Selama itu si adik sudah menempuh jarak sejauh

$$s_A = v_A \times t_A$$

$$= 1 \text{ ms}^{-1} \times 20 \text{ s}$$

$$= 20 \text{ m}$$

Jadi, tepat setelah si adik berlari 20 detik atau sejauh 20 m dari garis start, dia tersusul oleh kakaknya.



### Latihan

- Sebutkan tiga contoh yang merupakan gerak lurus beraturan.
- Rendra berjalan dari rumah ke sekolah dengan kecepatan  $1 \text{ ms}^{-1}$  selama 5 menit.

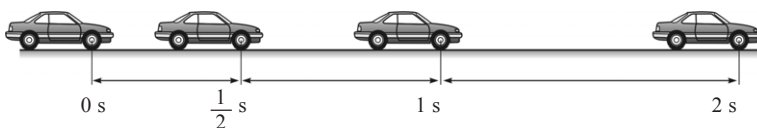
Tentukan:

- jarak rumah Rendra ke sekolah,
- gambar grafik  $v-t$  dan  $s-t$



### C. GERAK LURUS BERUBAH BERATURAN

Bagaimana sebuah benda dikatakan melakukan gerak lurus berubah beraturan? Untuk lebih jelasnya perhatikan Gambar 2.8 berikut ini.



▲ Gambar 2.8 Kedudukan mobil yang bergerak lurus berubah beraturan

Gambar 2.8 menggambarkan sebuah mobil yang bergerak lurus berubah beraturan yang dipercepat. Pada  $t = 0$ , mobil dalam

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:

- ☛ mendefinisikan percepatan sebagai perubahan kecepatan setiap satuan waktu;
- ☛ menyelidiki GLBB dipercepat beraturan;
- ☛ menunjukkan konsep GLBB dalam kehidupan sehari-hari;

keadaan diam atau belum bergerak pada  $t = \frac{1}{2}$  s mobil bergerak dengan kecepatan  $20 \text{ ms}^{-1}$ . Satu detik berikutnya kecepatannya menjadi  $40 \text{ ms}^{-1}$ , dan seterusnya. Dengan demikian, mobil selalu mengalami perubahan kecepatan sebesar  $40 \text{ ms}^{-1}$ . Gerak seperti itulah yang disebut gerak lurus berubah beraturan (GLBB). Jadi, gerak lurus berubah beraturan adalah gerak suatu benda pada lintasan lurus dan kecepatannya selalu berubah secara beraturan dalam selang waktu tertentu.

Perubahan kecepatan secara beraturan setiap waktu disebut percepatan. Dalam bentuk rumus, percepatan dapat ditulis sebagai berikut.

$$a = \frac{\Delta v}{t} = \frac{v_t - v_o}{t}$$

Dengan:

$a$  = percepatan gerak ( $\text{ms}^{-2}$ )

$v_o$  = kecepatan awal ( $\text{ms}^{-1}$ )

$v_t$  = kecepatan akhir ( $\text{ms}^{-1}$ )

$t$  = waktu tempuh (s)

$\Delta v$  = perubahan kecepatan ( $\text{ms}^{-1}$ )

Dalam kehidupan sehari-hari, perubahan kecepatan kadang bertambah atau berkurang. Contoh pengurangan kecepatan gerak yaitu laju sepeda yang direm hingga berhenti. Gerak yang kecepatannya mengalami pengurangan disebut mengalami perlambatan. Dapatkah kamu membedakan antara percepatan dan perlambatan?



### Contoh

Sebuah mangga semula tergantung di tangkai pohonnya. Karena sesuatu, mangga jatuh. Tepat ketika akan menyentuh tanah kelajuannya  $10 \text{ ms}^{-1}$ . Jika waktu yang diperlukan hingga ke tanah sebesar 1 detik, berapakah percepatan buah mangga?

#### Penyelesaian:

Diketahui:  $v_o = \text{nol}$  (semula mangga diam)

$$v_t = 10 \text{ ms}^{-1}$$

$$t = 1 \text{ s}$$

Ditanyakan:  $a = \dots?$

$$\begin{aligned} \text{Jawab: } a &= \frac{v_t - v_o}{t} \\ &= \frac{(10 - 0) \text{ ms}^{-1}}{1 \text{ s}} = 10 \text{ ms}^{-2} \end{aligned}$$

Jadi, percepatan yang dialami mangga sebesar  $10 \text{ ms}^{-2}$ .

Berdasarkan uraian di atas, GLBB dapat dibedakan menjadi GLBB dipercepat dan GLBB diperlambat.

## 1. GLBB Dipercepat

GLBB dipercepat adalah gerak lurus yang percepatannya makin lama makin besar. Untuk lebih memahami GLBB dipercepat, coba kamu melakukan kegiatan berikut secara berkelompok. Sebelumnya bentuklah satu kelompok yang terdiri 4 siswa; 2 laki-laki dan 2 perempuan.



### Kegiatan 2.2

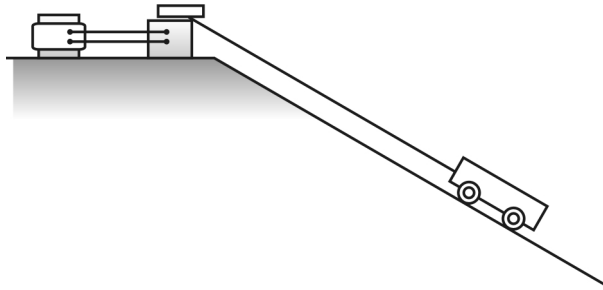
**Tujuan:** –Menyelidiki gerak lurus berubah beraturan

**Alat dan Bahan:**

- Ticker timer
- Pita kertas
- Troly/kereta luncur
- Papan luncur/bidang miring
- Power supply (sumber listrik)

**Cara Kerja:**

1. Rangkailah alat dan bahan, seperti gambar berikut ini.



2. Hidupkan ticker timer, kemudian jalankan troly sehingga timbul ketikan pada pita kertas.
3. Amati ketikan ticker timer pada pita kertas.
4. Potonglah pita tersebut dengan jumlah 4 titik tiap potong.
5. Susunlah potongan tersebut menjadi sebuah diagram batang.

**Pertanyaan:**

1. Bagaimana jarak antartitik pada pita kertas tersebut?
2. Bagaimana kecepatan troly pada papan luncur kalau gerakanya lurus?
3. Nyatakan kesimpulan kelompokmu dalam buku kerjamu.

Gambar 2.9 menunjukkan titik-titik ticker timer dari benda yang melakukan GLBB dipercepat. Potongan-potongan itu jika disusun sedemikian rupa akan menghasilkan grafik seperti Gambar 2.9. Potongan pita pertama menggambarkan besar kecepatan awal ( $v_o$ ) troly. Adapun, potongan terakhir menggambarkan besar kecepatan akhir ( $v_t$ ) troly. Sehingga selisih potongan pita terakhir dengan potongan pita pertama merupakan perubahan kecepatan gerak troly ( $\Delta v$ ). Dengan demikian

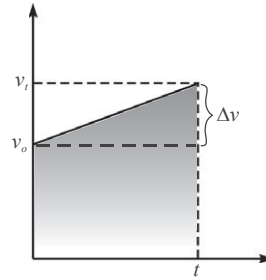
$$\Delta v = v_t - v_o \text{ atau } v_t = v_o + \Delta v$$

Oleh karena  $\Delta v = at$  (ingat  $a = \frac{\Delta v}{t}$ ) maka  $v_t = v_o + at$

Rumus tersebut dapat digunakan untuk menentukan besar kecepatan benda yang melakukan GLBB.



▲ Gambar 2.9 Hasil ketikan ticker timer yang telah disusun



▲ Gambar 2.10 Grafik  $v_t$  terhadap  $t$

### Jangan Lupa

Gerak lurus berubah beraturan ditandai dengan adanya percepatan atau perlambatan.

Berdasarkan Grafik 2.10, kita juga dapat menentukan jarak yang ditempuh benda yang melakukan GLBB. Masih ingatkah kamu cara menentukan jarak tempuh pada saat mempelajari GLB? Pada GLBB, jarak tempuh juga dapat ditentukan dengan cara menghitung luas trapesium yang dibentuk. Pada Gambar 2.10, bidang trapesium dapat diuraikan menjadi bidang persegi bersisi  $v_o t$  dan bidang segitiga beralas  $\Delta v$  dengan tinggi  $t$ .

$$\begin{aligned} s_t &= \text{Luas trapesium} \\ &= \text{Luas bidang persegi} + \text{Luas bidang segitiga} \\ &= v_o t + \frac{1}{2} \Delta v t; \text{ di mana } \Delta v = at \\ &= v_o \cdot t + \frac{1}{2} at \cdot t \end{aligned}$$

$$s_t = v_o t + \frac{1}{2} at^2$$

Untuk membantumu memahami persoalan GLBB dipercepat, perhatikanlah contoh soal berikut.



### Contoh

Kecepatan sebuah mobil mula-mula  $20 \text{ ms}^{-1}$ . Selang waktu 10 detik kemudian kecepatannya berubah menjadi  $60 \text{ ms}^{-1}$ . Tentukan:

#### Penyelesaian:

Diketahui:  $v_o = 20 \text{ ms}^{-1}$   
 $v_t = 60 \text{ ms}^{-1}$   
 $t = 10 \text{ s}$

Ditanyakan: a.  $a = \dots ?$

b.  $s_t = \dots ?$

- percepatan yang dialami mobil,
- jarak yang ditempuh mobil pada selang waktu 10 sekon.

Jawab:

$$\begin{aligned}
 \text{a. } v_t &= v_o + a t \rightarrow a = \frac{v_t - v_o}{t} \\
 &= \frac{60 \text{ ms}^{-1} - 20 \text{ ms}^{-1}}{10 \text{ s}} \\
 &= \frac{40 \text{ ms}^{-2}}{10 \text{ s}} = 4 \text{ ms}^{-2}
 \end{aligned}$$

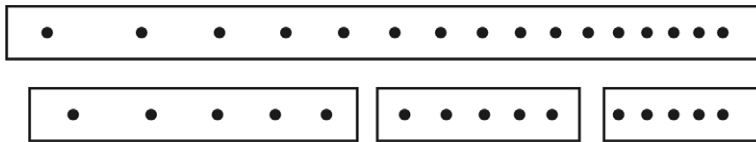
Jadi, percepatan yang dialami mobil adalah  $4 \text{ ms}^{-2}$

$$\begin{aligned}
 \text{b. } s_t &= v_o t + \frac{1}{2} a t^2 \\
 s_t &= v_o t + \frac{1}{2} a t^2 \\
 &= 0 + \frac{1}{2} \times 4 \text{ ms}^{-2} \times 10^2 \text{ s}^2 \\
 &= 2 \text{ ms}^{-2} \times 100 \text{ s}^2 = 200 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Jadi, jarak yang ditempuh mobil pada selang waktu 10 s adalah 200 m.

## 2. GLBB Diperlambat

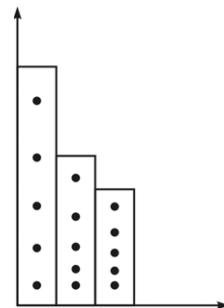
GLBB diperlambat adalah gerak lurus yang kecepatannya makin lama makin kecil. Perhatikan pita ketikan ticker timer berikut ini.



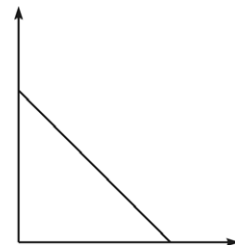
**Gambar 2.11** Hasil ketikan ticker timer pada percobaan gerak lurus diperlambat beraturan

Pada Gambar 2.11 tiap bagian pita berisi 5 ketikan. Apabila potongan-potongan itu disusun akan membentuk bangun trapesium (perhatikan Gambar 2.12).

Semua rumus pada GLBB dipercepat juga berlaku untuk GLBB diperlambat. Perbedaannya hanya terletak pada  $a$ . Untuk GLBB diperlambat, harga  $a$  negatif. Tahukah kamu mengapa demikian? Untuk membantumu memahami persoalan GLBB diperlambat, perhatikanlah contoh soal berikut.



**Gambar 2.12** Hasil ketikan ticker timer yang telah disusun



**Gambar 2.13** Grafik  $v_t$  terhadap  $t$





## Contoh

Kereta api bergerak dengan kecepatan  $80 \text{ ms}^{-1}$  menuju stasiun. Kereta api tersebut perlahan-lahan di-rem hingga selang 20 sekon berhenti karena telah sampai di stasiun. Hitunglah:

- besar perlambatan yang di alami kereta api,
- jarak yang ditempuh kereta api dari mulai pergerakan sampai berhenti.

### Penyelesaian:

Diketahui  $v_o = 80 \text{ ms}^{-1}$   
 $t = 20 \text{ s}$

Ditanyakan: a.  $a = \dots?$   
 b.  $s_t = \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned} \text{a. } v_t &= v_o + a t \rightarrow a = \frac{v_t - v_o}{t} \\ &= \frac{0 - 80 \text{ ms}^{-1}}{20 \text{ s}} \\ a &= -4 \text{ ms}^{-2} \end{aligned}$$

Jadi, perlambatan yang dialami kereta api adalah  $4 \text{ ms}^{-2}$

$$\begin{aligned} \text{b. } s_t &= v_o t + \frac{1}{2} a t^2 \\ &= 80 \text{ ms}^{-1} \times 20 \text{ s} + \frac{1}{2} (-4 \text{ ms}^{-2}) \times (20 \text{ s})^2 \\ &= 1.600 \text{ m} - 2 \text{ ms}^{-2} \times 400 \text{ s}^2 \\ &= 1.600 \text{ m} - 800 \text{ m} = 800 \text{ m} \end{aligned}$$

Jadi, jarak yang ditempuh kereta api 800 m.

Pernahkah kamu melempar bola secara vertikal ke atas?

Gerak bola vertikal ke atas termasuk salah satu contoh GLBB. Pada saat di lempar ke atas, bola mengalami GLBB diperlambat. Sebaliknya, saat kembali bergerak ke bawah bola mengalami GLBB dipercepat. Gerakan jatuh bola yang demikian dikenal sebagai gerak jatuh bebas.



## Latihan

- Coba kamu cari beberapa contoh gerak lurus berubah beraturan yang terjadi pada kehidupan sehari-hari.
- Apakah yang dimaksud dengan:
  - kecepatan,
  - percepatan,
  - perlambatan,
  - kelajuan?
- Coba berikan alasanmu mengapa mangga yang jatuh dari tangkai pohon mengalami GLBB dipercepat.
- Andang naik motor ke kota dengan kecepatan  $60 \text{ ms}^{-1}$ , kemudian perlahan-lahan ia mengerem kendaraannya dan pada selang waktu 15 sekon kendaraan berhenti karena lampu merah, tentukan:
  - perlambatan yang dialami Andang,
  - jarak tempuh kendaraan dari mulai pengereman sampai berhenti.



## Rangkuman

1. Benda dikatakan bergerak apabila mengalami perpindahan atau perubahan posisi terhadap benda lain/titik acuan. Gerak bersifat relatif, ditinjau terhadap benda lain yang dipakai sebagai acuan.
2. Kecepatan adalah perubahan kedudukan benda tiap satuan waktu. Kecepatan merupakan besaran vektor karena mempunyai besar/nilai dan arah. Kelajuan merupakan besarnya kecepatan. Kelajuan merupakan besaran skalar karena hanya mempunyai nilai saja. Kelajuan benda

$$\text{dirumuskan: } v = \frac{s}{t}$$

3. Gerak lurus beraturan adalah gerak benda yang lintasannya lurus dan kecepatannya tetap. Rumus yang berlaku adalah

$$s = v \cdot t$$

4. Gerak lurus berubah beraturan adalah gerak suatu benda yang lintasannya lurus dan kecepatannya selalu berubah secara beraturan dalam selang waktu tertentu.
5. Perubahan kecepatan dalam selang waktu tertentu disebut percepatan.

Percepatan dapat ditulis dalam bentuk rumus:  $a = \frac{v_t - v_o}{t}$

6. GLBB dipercepat adalah gerak lurus yang kecepatannya makin lama makin besar.

Rumus-rumus yang berlaku adalah

$$v_t = v_o + at$$

$$s_t = v_o t + \frac{1}{2} at^2$$

7. GLBB diperlambat adalah gerak lurus yang kecepatannya makin lama makin kecil. Pengurangan kecepatan tiap sekon disebut perlambatan.

Rumus yang berlaku:

$$v_t = v_o - a \cdot t$$

$$s_t = v_o t - \frac{1}{2} at^2$$



## Refleksi

Apabila kamu sudah membaca isi bab ini dengan baik, se-harusnya kamu sudah dapat mengerti tentang hal-hal berikut.

1. Gerak dan macamnya.
2. GLB.
3. GLBB dipercepat dan diperlambat.
4. Menganalisis grafik gerak.

Apabila masih ada materi yang belum kamu pahami, tanyakan pada gurumu. Setelah paham, maka pelajailah bab selanjutnya.



## Glosarium

<i>elevasi</i>	: sudut ketinggian suatu benda dari horizon.
<i>laju</i>	: besar kecepatan.
<i>semu</i>	: tidak nyata.
<i>spidometer</i>	: alat pengukur laju kendaraan.
<i>ticker timer</i>	: alat penimbul ketikan.
<i>vertikal</i>	: tegak lurus dari bawah ke atas atau sebaliknya.



## Uji Kompetensi

**Kerjakan soal-soal berikut di buku kerjamu**

### A. Pilihlah salah satu jawaban yang benar.

1. Ferdi naik mobil, ketika mobil bergerak dari jendela ia melihat seolah-olah benda yang di luar jendela bergerak melintasi-nya. Gerak benda yang semacam ini disebut ....  
a. gerak lurus                      c. gerak semu  
b. gerak sebenarnya      d. gerak melintas
2. Sebuah benda bergerak terhadap benda lain apabila ....  
a. posisi benda tidak berubah terhadap titik acuan  
b. kedudukan kedua benda tetap  
c. posisi benda berubah terhadap titik acuan  
d. kedudukan kedua benda tidak sama
3. Pernyataan yang berbunyi "bus bergerak" sebenarnya kurang tepat. Pernyataan yang tepat sebenarnya ....  
a. bus bergerak melalui terminal  
b. bus bergerak terhadap terminal  
c. bus bergerak ke terminal  
d. bus bergerak ke stasiun
4. Makin cepat seseorang berlari, maka waktu yang diperlukan untuk menempuh suatu jarak juga makin ....  
a. banyak                              c. longgar  
b. singkat                              d. santai
5. Ciri GLB adalah memiliki kecepatan ....  
a. dipercepat                      c. diperlambat  
b. tetap                              d. beraturan

6. Berikut ini pernyataan yang benar tentang kecepatan dan kelajuan adalah ....
- kecepatan adalah besaran skalar, dan kelajuan adalah besaran vektor
  - kecepatan hanya mempunyai nilai dan kelajuan mempunyai nilai dan arah
  - kecepatan dan kelajuan mempunyai satuan yang sama
  - kecepatan dan kelajuan adalah besaran skalar

7. Jarak antara rumah Arman ke sekolah adalah 5,4 km. Dia pergi ke sekolah dengan naik sepeda dalam waktu 0,75 jam. Kecepatan sepeda yang ditempuh Arman adalah ....
- 1 m tiap detik
  - 2 m tiap detik
  - 4 m tiap detik
  - 5 m tiap detik

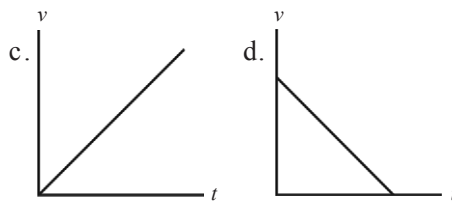
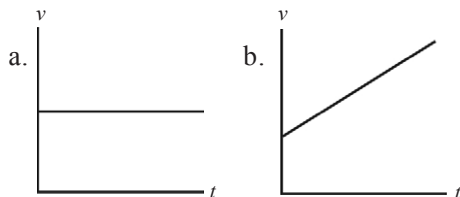
8. Sebuah mobil melaju selama 10 menit pertama menempuh jarak 5 km, dan 20 menit berikutnya menempuh jarak 15 km. Kecepatan rata-rata mobil tersebut adalah ....
- 20 km/jam
  - 30 km/jam
  - 40 km/jam
  - 60 km/jam

9. Perhatikan pita ketikan ticker timer berikut ini.

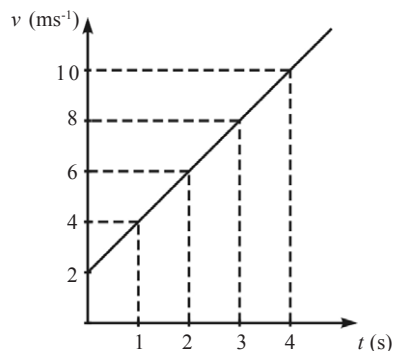


Rekaman pita tersebut menunjukkan gerak ....

- lurus beraturan
  - lurus dipercepat beraturan
  - lurus diperlambat beraturan
  - lurus beraturan, kemudian gerak lurus dipercepat beraturan
10. Grafik  $v-t$  pada GLBB dipercepat dengan kecepatan awal adalah ....



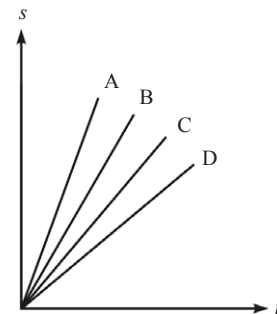
11. Perhatikan grafik berikut ini.



Percepatan dan jarak yang ditempuh selama 3 sekon adalah ....

- $1 \text{ ms}^{-2}$  dan 20 m
  - $1 \text{ ms}^{-2}$  dan 26 m
  - $2 \text{ ms}^{-2}$  dan 32 m
  - $2 \text{ ms}^{-2}$  dan 15 m
12. Sebuah mobil melaju di jalan raya dengan kecepatan  $60 \text{ ms}^{-1}$ , kemudian direm secara teratur, pada detik ke 15 mobil tersebut berhenti. Jarak yang ditempuh dari mulai pengereman sampai berhenti adalah ....
- 250 m
  - 380 m
  - 450 m
  - 500 m

13. Perhatikan grafik berikut ini.



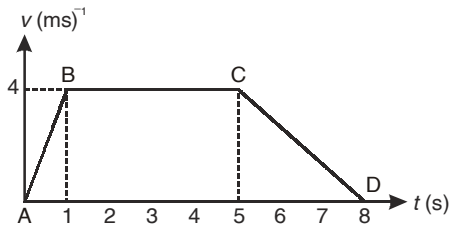
Berdasarkan grafik di atas kecepatan terbesar dan terkecil ditunjukkan oleh benda ....

- A dan B
- A dan C
- A dan D
- D dan A

14. Seorang sprinter (atlit lari 100 m) mampu mencapai garis finis dalam waktu 10 sekon. Besar kecepatan lari sprinter itu adalah ....
- a.  $8 \text{ ms}^{-1}$                       c.  $12 \text{ ms}^{-1}$   
b.  $10 \text{ ms}^{-1}$                       d.  $15 \text{ ms}^{-1}$
15. Berikut ini yang mengalami dua GLBB adalah ....
- a. jambu jatuh dari tangkainya  
b. mobil melaju di jalan tol  
c. seorang anak bermain ayunan  
d. mengayuh sepeda di jalan tanjakan

**B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas.**

- Rendi pergi dari kota A naik kereta api berangkat pukul 07.30 WIB dan sampai di kota B pukul 18.00 WIB. Jika kecepatan rata-rata kereta api  $80 \text{ km/jam}$ , hitunglah jarak kota A dan B?
- Sebuah mobil melaju di jalan raya hasilnya tampak seperti berikut ini. 5 menit pertama menempuh jarak  $4,5 \text{ km}$ , 15 menit berikutnya menempuh jarak  $15,5 \text{ km}$ , dan 25 menit berikutnya menempuh jarak  $25 \text{ km}$ . Tentukan kelajuan rata-rata mobil tersebut.
- Perhatikan grafik berikut ini.

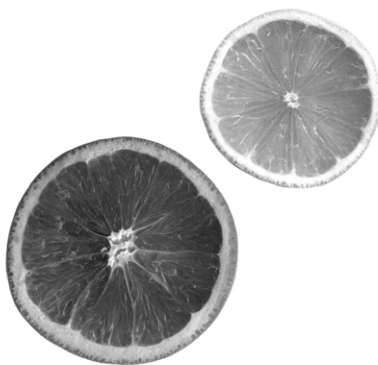


Berdasarkan grafik, tentukan:

- jenis masing-masing gerakan,
  - total jarak yang ditempuh.
4. Sebuah benda bergerak dengan kecepatan tetap  $8 \text{ ms}^{-1}$  selama 4 sekon. Tentukan:
- jarak yang ditempuh,
  - grafik  $v - t$ .
5. Sebuah anak panah ditembakkan vertikal ke atas. Tepat setelah 3 sekon ditembakkan, anak panah kembali ke tanah. Berapa lama waktu yang diperlukan anak panah untuk mencapai titik tertinggi?

## Bab 3

# KLASIFIKASI ZAT



Sumber: Jendela Iptek, 2001

Segala sesuatu yang menempati ruang dan memiliki massa disebut zat atau materi. Sebenarnya pengertian zat dan materi ada perbedaannya. Materi adalah segala sesuatu yang tampak, sedangkan zat kemungkinan tidak tampak (misalnya zat gas). Banyak sekali zat yang dapat kita temukan di lingkungan sekitar. Zat-zat itu dapat diklasifikasikan menjadi beberapa macam. Berdasarkan keasamannya, jeruk (seperti gambar) dapat dikelompokkan ke dalam asam. Secara kimiawi, dapatkah jeruk dikelompokkan sebagai senyawa?

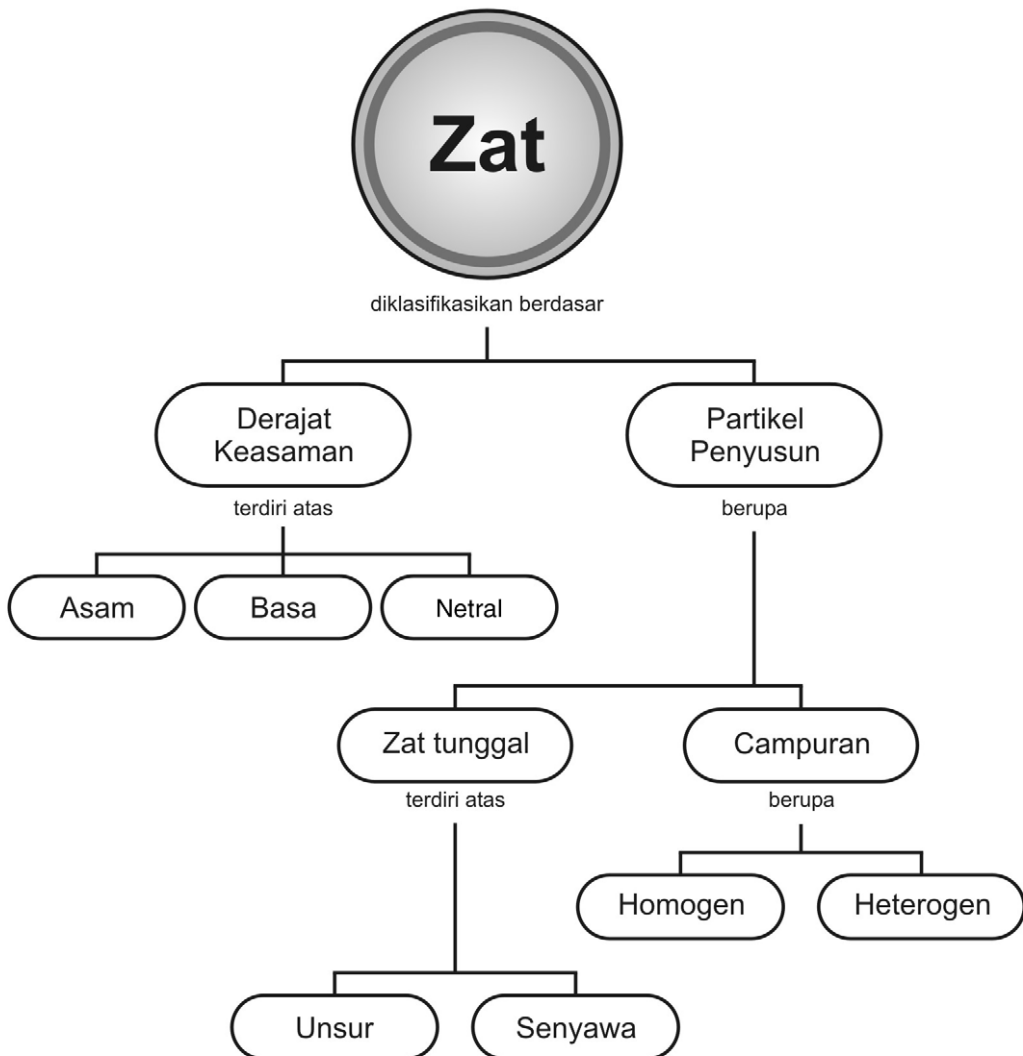
Fenomena penggolongan zat secara kimiawi tersebut akan kamu pelajari bab ini. Pada bab ini kamu akan mempelajari ciri-ciri asam, basa, dan garam. Selain itu kamu juga akan mempelajari penggolongan zat secara kimiawi.

### ❖ Pretest ❖

1. Sebutkan bahan alami yang ada di sekitarmu yang bersifat asam.
2. Bagaimanakah sifat-sifat garam?
3. Apakah yang disebut materi?
4. Apakah yang disebut senyawa?
5. Apakah yang disebut campuran?

### ❖ Kata-Kata Kunci ❖

- |                    |                       |               |
|--------------------|-----------------------|---------------|
| – asam             | – garam               | – senyawa     |
| – basa             | – indikator universal | – unsur       |
| – campuran         | – lakmus              | – zat tunggal |
| – derajat keasaman | – larutan             |               |



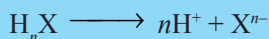
Pada bab sebelumnya, kamu sudah mempelajari pengukuran suatu benda (materi) secara fisika. Materi atau zat juga dapat dipelajari secara kimia, salah satu caranya mempelajari sifat keasamannya. Berdasarkan cara ini zat dibedakan menjadi asam, basa, dan garam. Zat-zat tersebut ada yang langsung bisa dimanfaatkan dan ada juga yang harus diproses lebih dahulu di pabrik. Mengapa demikian?

Untuk lebih mengenal pengklasifikasian zat, pelajailah uraian berikut.



## A. ASAM, BASA, DAN GARAM

Air jeruk termasuk asam. Salah satu ciri asam yaitu mempunyai rasa masam. Asam adalah suatu zat yang larutannya dalam air dapat menghasilkan ion hidrogen ( $H^+$ ). Reaksi kimianya adalah sebagai berikut.



Contoh reaksi asam antara lain.

1.  $HCl \longrightarrow H^+ + Cl^-$
2.  $HNO_3 \longrightarrow H^+ + NO_3^-$
3.  $H_2SO_4 \longrightarrow 2H^+ + SO_4^{2-}$

*Anion* (ion negatif) yang berasal dari penguraian asam disebut ion sisa asam.

Beberapa contoh asam dalam kehidupan sehari-hari dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Beberapa Contoh Asam

Nama asam	Terdapat dalam
Asam asetat	larutan cuka
Asam askorbat	sayuran, jeruk, dan tomat
Asam benzoat	bahan pengawet makanan
Asam laktat	keju
Asam sitrat	jeruk

Sifat-sifat asam antara lain sebagai berikut.

1. Larutannya dalam air dapat menghasilkan ion hidrogen ( $H^+$ ).
2. Mempunyai rasa masam, tetapi tidak semua asam boleh dirasakan karena ada yang berbahaya (beracun).
3. Dapat menghantarkan arus listrik.
4. Dapat memerahkan kertas lakmus biru.
5. Bersifat korosif terhadap logam.

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:

- ☛ mengidentifikasi sifat asam, basa, garam dengan menggunakan indikator yang sesuai.
- ☛ mengelompokkan bahan-bahan di lingkungan sekitar berdasarkan konsep asam, basa, dan garam.

### Radar Sains

Dulu, orang beranggapan bagian terkecil dari suatu benda yang sudah tidak dapat dibagi-bagi lagi disebut atom. Atom ada yang bermuatan listrik dan ada pula yang tidak bermuatan listrik. Atom yang bermuatan listrik disebut ion. Adanya ion inilah yang menyebabkan suatu benda dapat mengalirkan arus listrik.





Sumber: *Ensiklopedi Sains dan Kehidupan*, 2003

▲ **Gambar 3.1** Bahan minuman yang mengandung pengawet asam



Sumber: *Ensiklopedi Sains dan Kehidupan*, 2003

▲ **Gambar 3.2** Beberapa macam basa



Sumber: *Ensiklopedia Iptek*, 2004

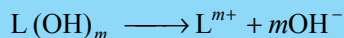
▲ **Gambar 3.3** Garam yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari

### DISKUSI

#### (Pencarian Informasi)

Sebagian besar obat mempunyai rasa pahit. Apakah hal itu berarti obat-obatan termasuk basa? Bagaimanakah obat yang mempunyai citra rasa jeruk, seperti yang biasa dikonsumsi anak-anak?

Pernahkah sewaktu mandi tanpa sengaja kamu mencicipi air sabun? Bagaimanakah rasanya? Sabun salah satu basa, sedangkan rasanya yang pahit itu merupakan salah satu ciri basa. Basa adalah suatu zat yang larutannya dalam air dapat menghasilkan ion hidroksil ( $\text{OH}^-$ ). Reaksi kimianya adalah sebagai berikut.



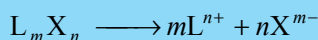
Contoh reaksi basa antara lain.

1.  $\text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{OH}^-$
2.  $\text{KOH} \longrightarrow \text{K}^+ + \text{OH}^-$
3.  $\text{Ca}(\text{OH})_2 \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$

Sifat-sifat basa, antara lain sebagai berikut.

1. Larutannya dalam air dapat menghasilkan ion hidroksil ( $\text{OH}^-$ ).
2. Terasa licin jika terkena kulit.
3. Dapat membirukan kertas lakmus merah.
4. Dapat menghantarkan arus listrik.
5. Dapat menetralkan asam.

Hampir setiap hari kamu merasakan garam. Rasa asin merupakan salah satu ciri garam. Garam adalah senyawa antara ion logam dan ion sisa asam. Jika dilarutkan dalam air, garam akan terurai menjadi ion logam (ion positif atau *kation*) dan ion sisa asam (ion negatif atau *anion*). Penguraian garam secara umum dapat dituliskan seperti berikut.



Contoh reaksi garam antara lain.

1.  $\text{KI} \longrightarrow \text{K}^+ + \text{I}^-$   
kalium iodida
2.  $\text{NaNO}_3 \longrightarrow \text{Na}^+ + \text{NO}_3^-$   
natrium nitrat
3.  $\text{Na}_2\text{S} \longrightarrow 2\text{Na}^+ + \text{S}^{2-}$   
natrium sulfida

Sifat-sifat garam, antara lain sebagai berikut.

1. Larutannya atau leburannya dapat menghantarkan arus listrik.
2. Tidak mengubah warna kertas lakmus biru ataupun kertas lakmus merah (bersifat netral).
3. Jika dilarutkan dalam air akan menghasilkan ion logam dan ion sisa asam.



## B. INDIKATOR ASAM DAN BASA

Kamu sudah mengetahui bahwa setiap larutan dapat bersifat asam, basa, dan netral. Sifat larutan dapat ditunjukkan dengan menggunakan indikator asam atau basa, yaitu zat warna yang mempunyai warna berbeda dalam larutan yang bersifat asam, atau yang bersifat basa. Cara penentuan larutan yang bersifat asam, basa, atau netral dapat menggunakan kertas lakmus, larutan indikator, dan indikator alam.

### 1. Kertas Lakmus

Untuk mengidentifikasi suatu larutan yang bersifat asam, basa, atau netral secara sederhana dapat digunakan kertas lakmus. Dalam larutan yang bersifat asam kertas lakmus berwarna merah, sedangkan dalam larutan yang bersifat basa kertas lakmus berwarna biru. Warna kertas lakmus dalam larutan yang bersifat asam, basa, dan netral ditunjukkan pada Tabel 3.2.

**Tabel 3.2** Warna Kertas Lakmus dalam Larutan yang Bersifat Asam, Basa, dan Netral

Indikator	Larutan asam	Larutan basa	Larutan netral
lakmus merah	merah	biru	merah
lakmus biru	merah	biru	biru

Untuk memahami perubahan warna kertas lakmus pada larutan asam, basa, atau netral, lakukanlah percobaan berikut. Sebelumnya bentuklah kelompok yang terdiri 4 siswa; 2 laki-laki dan 2 perempuan.



### Kegiatan 3.1

**Tujuan:** Mengetahui dan memahami perubahan warna kertas lakmus dalam larutan asam, basa, dan netral.

**Alat dan Bahan:**

- |                        |   |   |
|------------------------|---|---|
| – Pipet tetes          | – Air kapur   | – Larutan soda kaustik: NaOH                        |
| – Plat tetes           | – Air sabun   | – Larutan garam dapur: NaCl                         |
| – Kertas lakmus merah  | – Air abu jerami  | – Larutan alkohol: C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH |
| – Kertas lakmus biru   | – Air jeruk   |   |
| – Air suling (akuades) | – Larutan cuka: CH <sub>3</sub> COOH                            |   |
| – Air sumur            | – Larutan asam klorida: HCl                                     |   |
| – Air PAM              | – Larutan gula: C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>11</sub> |   |

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:

- ☛ menggunakan alat sederhana untuk menentukan skala keasaman dan kebasahan;
- ☛ melakukan percobaan untuk mengetahui sifat asam, basa di laboratorium dan alam.

### Cara Kerja:

1. Gunting masing-masing kertas lakmus merah dan biru  $\pm 0,5$  cm, kemudian letakkan pada lekukan plat tetes. Tetesi kertas lakmus, amati apakah terjadi perubahan. Catatlah hasil pengamatanmu.
2. Lanjutkan percobaan dengan menguji larutan-larutan lain yang tersedia. Amati dan catatlah hasil pengamatanmu.

### Pertanyaan:

1. Larutan manakah yang berubah warna menjadi merah?
2. Larutan manakah yang berubah warna menjadi biru?
3. Nyatakan kesimpulanmu di buku kerjamu.

## 2. Larutan Indikator

Larutan indikator asam-basa adalah zat-zat warna yang mempunyai warna berbeda dalam larutan yang bersifat asam, basa, atau netral. Di laboratorium, indikator yang sering digunakan adalah larutan indikator PP (phenolphthalin), metil merah, dan metil jingga. Warna indikator tersebut dalam larutan asam, basa, dan netral ditunjukkan pada Tabel 3.3.

**Tabel 3.3** Warna Larutan Indikator Asam-Basa

Indikator	Larutan asam	Larutan basa	Larutan netral
Phenolphthalin (PP)	tidak berwarna	merah muda	tidak berwarna
Metil merah (MM)	merah	kuning	kuning
Metil jingga (MJ)	merah	kuning	kuning

Untuk mengidentifikasi larutan asam, basa, atau netral dengan menggunakan larutan indikator, lakukan kegiatan berikut. Sebelumnya bentuklah kelompok yang terdiri 4 siswa; 2 laki-laki dan 2 perempuan.



### Kegiatan 3.2

**Tujuan:** Mengidentifikasi dan mengelompokkan larutan yang bersifat asam, basa, atau netral dengan menggunakan larutan indikator.

#### Alat dan Bahan:

- Pipet tetes
- Tabung reaksi bernomor sebanyak sembilan buah
- Rak tabung reaksi
- Air suling (akuades)
- Larutan cuka
- Air sabun
- Air kapur
- Air abu jerami
- Larutan gula

- Air buah jeruk
- Larutan asam klorida
- Larutan garam dapur (natrium klorida)
- Larutan soda api (natrium hidroksida)
- Indikator phenolphtalin (PP)
- Indikator metil merah (MM)
- Indikator metil jingga (MJ)

#### **Cara Kerja:**

1. Siapkan sembilan buah tabung reaksi yang bersih pada rak tabung reaksi.
2. Dengan menggunakan gelas ukur, masukkan 0,5 ml larutan cuka ke dalam masing-masing tabung reaksi no. 1–3.
3. Dengan cara yang sama masukkan 0,5 ml air kapur ke dalam masing-masing tabung reaksi no. 4–6; masukkan 0,5 ml air suling (akuades) ke dalam masing-masing tabung reaksi no. 7–9.
4. Tambahkan dua tetes larutan phenolphtalin (PP) ke dalam tabung no. 1, 4, dan 7.
5. Tambahkan dua tetes larutan metil merah (MM) ke dalam tabung reaksi no. 2, 5, dan 8.
6. Tambahkan dua tetes larutan metil jingga (MJ) ke dalam tabung reaksi no. 3, 6, dan 9.
7. Amati dan catat hasil pengamatanmu.
8. Dengan cara yang sama, uji larutan-larutan lain dan catat hasil pengamatanmu ke dalam tabel di buku kerjamu.
9. Kelompokkan larutan-larutan yang diuji menurut sifatnya kemudian masukkan ke dalam tabel di buku kerjamu.

#### **Pertanyaan:**

Berdasarkan hasil pengamatanmu, apa yang dapat kamu simpulkan dari kegiatan di atas? Nyatakan kesimpulanmu dalam buku kerjamu.

### **3. Indikator Alami**

Tumbuh-tumbuhan dapat dimanfaatkan sebagai indikator asam-basa, contoh: mahkota bunga (bunga sepatu, bugenvil, dan mawar), kunyit, kubis ungu, dan kulit manggis. Ekstrak bahan-bahan itu dapat memberikan warna yang berlainan dalam larutan asam maupun larutan basa. Sebagai contoh, cobalah haluskan kulit manggis, kemudian tambahkan sedikit air. Warna kulit manggis dalam keadaan netral adalah ungu. Kemudian ekstrak kulit manggis dibagi dua dan masing-masing ditetaskan ke dalam larutan asam dan larutan basa. Dalam larutan asam, terjadi perubahan warna dari ungu menjadi kemerah-merahan, sedangkan dalam larutan basa terjadi perubahan warna dari ungu menjadi biru kehitaman. Dengan demikian, ekstrak kulit manggis dapat digunakan sebagai indikator alami.

#### **Radar Sains**

*Mahkota bunga dapat digunakan sebagai indikator pencemaran lingkungan. Jika warna mahkota bunga berubah tidak seperti layaknya, kemungkinan di tempat itu telah tercemar zat kimia yang bersifat asam atau basa.*

Ada juga contoh lain yang dapat digunakan sebagai indikator alami, yaitu ekstrak kubis ungu. Ekstrak kubis ungu dapat dimanfaatkan untuk menentukan sifat suatu larutan. Jika ekstrak kubis ungu ditetaskan dalam larutan asam, basa, dan netral akan menghasilkan warna-warna seperti pada Tabel 3.4.

**Tabel 3.4** Warna Ekstrak Kubis Ungu dalam Larutan Asam, Basa, dan Netral.

Warna indikator kubis ungu	Sifat larutan
Merah tua	Asam kuat
Merah	Asam medium
Merah keunguan	Asam lemah
Ungu	Netral
Biru kehijauan	Basa lemah
Hijau	Basa medium
Kuning	Basa kuat

Untuk menentukan sifat asam, basa, atau netral pada larutan yang menggunakan ekstrak bunga sepatu, lakukan kegiatan berikut. Sebelumnya bentuklah kelompok yang terdiri 4 siswa, 2 laki-laki dan 2 perempuan.



### Kegiatan 3.3

**Tujuan:** Mengetahui sifat asam basa dengan menggunakan bunga sepatu

**Alat dan Bahan:**

- Erlenmeyer
- Penumbuk
- Kertas saring
- Pipet tetes
- Alkohol 10%
- Aseton
- Mahkota bunga sepatu
- Larutan HCl dan NaOH

**Cara Kerja:**

1. Tumbuklah beberapa lembar mahkota bunga sepatu. Campurkan dengan aseton dan alkohol secukupnya.
2. Tambahkan lagi alkohol supaya lebih encer.
3. Saringlah campuran itu hingga didapat ekstra bunga sepatu. Perhatikan warnanya.
4. Tetesi kedua larutan itu dengan ekstrak bunga sepatu. Perhatikan warna masing-masing larutan.

**Pertanyaan:**

Berdasarkan hasil pengamatanmu, apa yang dapat kamu simpulkan dari kegiatan di atas? Nyatakan kesimpulanmu dalam buku kerjamu.

#### 4. Derajat Keasaman

Derajat keasaman ( $pH = \text{potenz hidrogen}$ ) atau tingkat keasaman suatu larutan bergantung pada konsentrasi ion hidrogen ( $H^+$ ) dalam larutan. Untuk menyederhanakan penulisan, seorang ahli kimia dari Denmark bernama Sorensen mengusulkan konsep  $pH$  untuk menyatakan konsentrasi ion  $H^+$ .

Ada beberapa cara yang digunakan untuk menentukan  $pH$  suatu larutan, yaitu:

##### a. $pH$ -meter

Di laboratorium,  $pH$  suatu larutan dapat ditentukan dengan alat  $pH$ -meter yang mempunyai ketelitian sampai dua angka desimal.  $pH$  suatu larutan dapat ditentukan dengan lebih tepat dan lebih akurat dengan menggunakan  $pH$ -meter. Alat  $pH$ -meter dioperasikan dengan cara mencelupkan elektroda ke dalam larutan yang diuji, dan harga (nilai)  $pH$  dapat dilihat pada skala pembacaan pada  $pH$ -meter. Skala pada  $pH$ -meter menggunakan skala digit untuk pengukuran  $pH$ . Skala  $pH$  berkisar antara 0–14. Larutan dengan  $pH$  kurang dari 7 bersifat asam. Larutan dengan  $pH$  lebih dari 7 bersifat basa. Adapun larutan dengan  $pH$  7 bersifat netral.

Penggunaan  $pH$ -meter dapat dianggap sebagai cara terbaik penentuan  $pH$  suatu larutan. Sebab  $pH$ -meter mampu mengukur ion hidrogen dan menghitung nilai  $pH$  secara tepat.

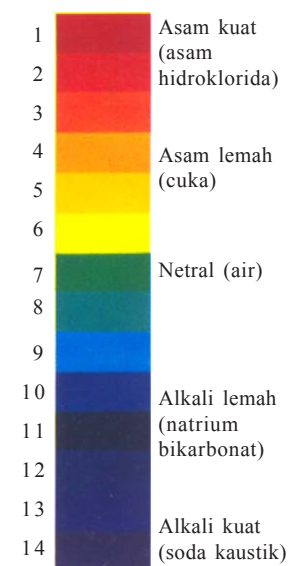
##### b. Indikator universal

Indikator universal adalah campuran dari berbagai macam indikator asam-basa yang dapat menunjukkan  $pH$  suatu larutan dari perubahan warnanya. Indikator universal ada dua macam, yaitu berupa larutan dan kertas.



Sumber: *Ensiklopedia Iptek*, 2004

▲ **Gambar 3.4** Seorang peneliti lingkungan sedang menggunakan  $pH$  meter.



Sumber: *Ensiklopedi Iptek*, 2004

▲ **Gambar 3.5** Indikator universal dalam bentuk kertas

Untuk larutan indikator universal, jika dimasukkan dalam larutan yang bersifat asam, basa, dan garam yang mempunyai  $pH$  berbeda akan memberikan warna-warna yang berbeda pula. Pada indikator universal bentuk kertas, caranya dengan mencelupkan kertas ke dalam larutan yang akan dicari  $pH$ -nya, selanjutnya dicocokkan dengan warna standar yang terdapat pada kemasan indikator tersebut.

**Tabel 3.5** Daerah Warna  $pH$  Indikator Universal

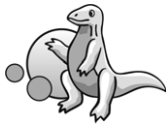
$pH$	Warna indikator universal
$\leq 3$	merah
4	merah jingga
5	jingga
6	kuning
7	hijau kekuning-kuningan
8	biru kehijau-hijauan
9	biru
$\geq 10$	ungu

Sumber: *Dirangkum dari berbagai sumber*



## Latihan

- Kelompokkan zat-zat berikut ke dalam asam, basa, atau garam.
  - Larutan NaOH
  - Larutan cuka ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ )
  - Larutan HCl
  - Larutan  $\text{KNO}_3$
  - Larutan  $\text{AgNO}_3$
  - Larutan KOH
  - Larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$
  - Larutan NaCl
  - Larutan  $\text{H}_2\text{CO}_3$
  - Larutan  $\text{Ba}(\text{OH})_2$
- Sebutkan bahan alami yang dapat digunakan untuk menunjukkan larutan yang bersifat asam, basa, dan netral.
- Sebutkan contoh makanan atau minuman yang bersifat asam dan basa.



## C. ZAT TUNGGAL

Setelah mempelajari pengklasifikasian zat berdasarkan keasamannya, di bagian ini kamu akan mempelajari pengklasifikasian zat berdasarkan partikel penyusunnya. Zat dibedakan menjadi zat tunggal (homogen) dan zat campuran (heterogen). Zat tunggal adalah zat yang seluruh bagiannya mempunyai sifat dan susunan sama. Zat tunggal dapat berbentuk unsur dan senyawa. Contoh zat tunggal antara lain besi, air, dan gas karbon dioksida. Adapun, campuran adalah gabungan dari dua zat atau lebih dengan perbandingan sembarang, serta sifat-sifat zat penyusunnya masih tetap. Contoh campuran tanah, air teh, dan udara.

Partikel atau bagian terkecil yang menyusun suatu zat disebut molekul. Molekul masih mempunyai sifat yang sama dengan zat lain. Misalnya segelas air. Di dalam satu gelas air itu terdapat banyak sekali molekul air. Sifat sebuah molekul air sama dengan sifat segelas air.

### 1. Unsur

Unsur adalah zat tunggal yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat-zat lain yang lebih sederhana melalui reaksi kimia biasa. Jumlah unsur yang sudah diketahui sampai saat ini adalah 115 unsur.

Semua benda di alam semesta terdiri atas unsur-unsur. Zaman dahulu orang berpendapat bahwa alam semesta ini terbentuk dan tersusun dari empat buah unsur dasar, yaitu: udara, air, tanah, dan api. Udara bersifat panas dan basah, air bersifat dingin dan basah, api bersifat panas dan kering, tanah bersifat dingin dan kering.

Pada dasarnya, unsur dibagi menjadi dua kelompok, yaitu unsur logam dan nonlogam. Sifat unsur logam antara lain:

- pada umumnya mengilat;
- penghantar listrik yang baik;
- penghantar panas yang baik;
- dapat ditempa menjadi lempengan atau lembaran;
- dapat direntang atau ditarik menjadi kawat;
- pada umumnya berwujud padat kecuali raksa (merkuri).

Contoh unsur logam antara lain: emas, besi, dan seng. Coba sebutkan beberapa contoh unsur logam lain yang ada di sekitarmu. Sifat manakah yang cocok dengan contoh yang kamu sebutkan itu?

Adapun sifat-sifat unsur nonlogam antara lain:

- pada suhu kamar ada yang berwujud padat, cair, dan gas;
- pada umumnya tidak mengilat kecuali karbon dalam bentuk intan;

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:

- ☛ menjelaskan aturan penulisan lambang unsur;
- ☛ menuliskan nama dan lambang unsur;
- ☛ menuliskan nama dan rumus kimia sederhana;
- ☛ menentukan nama senyawa dan rumus kimia sederhana.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ Gambar 3.6 Mesin jam terbuat dari unsur logam

### Radar Sains

#### Metaloid

Saat ini sudah diketahui ada unsur yang tidak dapat dikelompokkan menjadi logam maupun nonlogam. Unsur itu dinamakan metaloid. Yang termasuk unsur metaloid antara lain boron, silikon, arsen, dan germanium.



- penghantar listrik yang buruk kecuali karbon dalam bentuk grafit;
- penghantar panas yang buruk;
- tidak dapat ditempa atau digembleng;
- tidak dapat direntang atau ditarik.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ **Gambar 3.7** Lambang unsur buatan Dalton

Penamaan unsur secara ilmiah ada yang dikaitkan dengan nama tempat, ilmuwan, benda langit, bau, dan warna. Coba perkirakan mengacu apakah nama unsur berikut: germanium, einsteinium, helium, dan klor.

Lambang unsur mula-mula dibuat oleh John Dalton, yaitu berbentuk lingkaran yang diberi hiasan berbeda sesuai dengan jenis unsurnya. Perhatikan contohnya pada Gambar 3.7

Lambang-lambang unsur tersebut dianggap tidak praktis dan sering membingungkan. Pada tahun 1813 seorang ahli kimia Swedia, Jons Jacob Berzelius menciptakan lambang unsur dari huruf-huruf abjad sehingga mudah diingat. Lambang unsur atau disebut juga tanda atom ditulis berdasarkan nama ilmiah yang biasanya diambil dari nama Latinnya.

1. Lambang unsur ditulis dari huruf pertama nama ilmiahnya dan ditulis dengan huruf besar.
2. Jika unsur mempunyai nama dengan huruf depan yang sama, maka lambang unsur ditulis dengan dua huruf. Huruf pertama diambil dari huruf depan nama unsur tersebut dan ditulis huruf besar, sedangkan huruf kedua ditulis huruf kecil yang diambil dari huruf berikutnya. Aturan tata nama lambang unsur seperti Tabel 3.6.

**Tabel 3.6** Contoh penamaan unsur

Nama unsur		Lambang unsur
Latin	Indonesia	
Oxygen	Oksigen	O
Carbon	Karbon (arang)	C
Sulfur	Belerang	S
Iodium	Iod	I
Phosphorus	Fosfor	P
Calcium	Kalsium	Ca
Chlorium	Klor	Cl
Plumbum	Timbal	Pb
Platinum	Platina	Pt

## 2. Senyawa

Senyawa adalah zat tunggal yang terjadi dari gabungan dua atom atau lebih, yang dengan reaksi kimia, senyawa dapat diuraikan menjadi unsur-unsur pembentuknya yang lebih sederhana.

Setiap senyawa mempunyai sifat yang khas berbeda dari unsur-unsur pembentuknya. Contohnya senyawa air ( $H_2O$ ). Senyawa air tersusun atas unsur hidrogen dan oksigen. Air berwujud cair, sedangkan hidrogen dan oksigen berbentuk gas. Air tidak dapat terbakar, sedangkan hidrogen dan oksigen mudah terbakar.

Dalam senyawa, perbandingan massa unsur-unsur penyusunnya selalu tetap, secara umum senyawa mempunyai sifat-sifat sebagai berikut.

- Dapat diuraikan menjadi zat yang lebih sederhana.
- Tergolong zat tunggal.
- Tersusun dari dua jenis unsur atau lebih dengan perbandingan tertentu.
- Mempunyai sifat tertentu yang berbeda dari unsur penyusunnya.

Senyawa dapat dibagi menjadi dua, yaitu senyawa anorganik dan senyawa organik. Senyawa anorganik adalah senyawa yang umumnya terdapat pada benda-benda mati, dan tersusun dari unsur selain C, H, dan O. Adapun senyawa organik adalah senyawa yang umumnya terdapat pada makhluk hidup dan biasanya tersusun dari unsur C, H, dan O.



Sumber: Dok. Penerbit

▲ Gambar 3.8 Air merupakan salah satu contoh senyawa



### Tugas Individu

#### (Menumbuhkan rasa ingin tahu)

Carilah keterangan dari koran atau majalah yang berhubungan dengan berbagai macam senyawa baik mengenai sifat, manfaat, dan pengaruhnya terhadap makhluk hidup. Kemudian buatlah kliping yang bagus dan rapi, minimal 4 halaman.

## 3. Rumus Kimia

Untuk mengingat dan menulis rumus kimia, kamu harus hafal lambang unsur-unsur tersebut. Rumus kimia yang kita kenal sehari-hari berupa rumus kimia unsur dan rumus kimia senyawa.

### a. Rumus Kimia Unsur

- 1) Unsur-unsur yang partikelnya terdiri dari satu atom (monoatomik) mempunyai rumus kimia sama seperti lambang unsurnya. Contohnya antara lain emas (Au), tembaga (Cu), dan aluminium (Al).

- 2) Unsur-unsur yang membentuk molekul unsur dengan cara bergabung antara dua atom yang sama (diatomik). Contohnya antara lain iod ( $I_2$ ), hidrogen ( $H_2$ ), dan oksigen ( $O_2$ ).

### b. Rumus Kimia Senyawa

Molekul senyawa terbentuk dari dua atau lebih atom yang berbeda. Dalam rumus kimia senyawa ada angka yang menunjukkan jumlah atom suatu unsur di setiap molekulnya, yang disebut indeks. Angka indeks ditulis di belakang agak ke bawah dari lambang unsur tersebut. Secara umum rumus molekul suatu senyawa ditulis sebagai berikut.



Dengan

A, B, dan C = lambang unsur (tanda atom) penyusun senyawa

x, y, dan z = indeks tiap unsur, yaitu jumlah tiap-tiap unsur yang menyusun di dalam satu molekul senyawa.

Selanjutnya perhatikan contoh penulisan molekul senyawa pada Tabel 3.7.

**Tabel 3.7**

Nama senyawa	Rumus kimia	Jumlah atom
Karbon dioksida	$CO_2$	3 atom: 1 atom C dan 2 atom O
Air	$H_2O$	3 atom: 2 atom H dan 1 atom O
Kapur	$CaCO_3$	5 atom: 1 atom Ca, 1 atom C, dan 3 atom O
Gula	$C_{12}H_{22}O_{11}$	45 atom: 12 atom C 2 atom H, 11 atom O
Cuka	$CH_3COOH$	8 atom: 2 atom C, 4 atom H, dan 2 atom O

Penulisan rumus kimia dapat mempunyai pengertian sebagai berikut.

NaCl artinya : - 1 molekul senyawa garam dapur terdiri atas 1 atom Na dan 1 atom Cl  
- tersusun 2 macam atom yaitu: Na dan Cl

5Fe artinya : 5 atom besi

$2H_2SO_4$  artinya: - 2 molekul senyawa asam sulfat terdiri atas 4 atom H, 8 atom O, dan 2 atom S  
- tersusun 3 macam atom yaitu H, S, dan O.



## Latihan

A. Tulislah lambang unsur berikut pada buku tugasmu.

- |            |              |
|------------|--------------|
| 1. Kalium  | 6. Emas      |
| 2. Karbon  | 7. Aluminium |
| 3. Tembaga | 8. Seng      |
| 4. Silikon | 9. Platina   |
| 5. Helium  | 10. Uranium  |

B. Tulislah rumus kimia dari senyawa-senyawa berikut.

- |                    |                     |
|--------------------|---------------------|
| 1. Air             | 6. Etanol (alkohol) |
| 2. Gamping         | 7. Aseton           |
| 3. Cuka            | 8. Amoniak          |
| 4. Karbon dioksida | 9. Salmiak          |
| 5. Soda api        | 10. Gula            |



## D. SIFAT MATERI

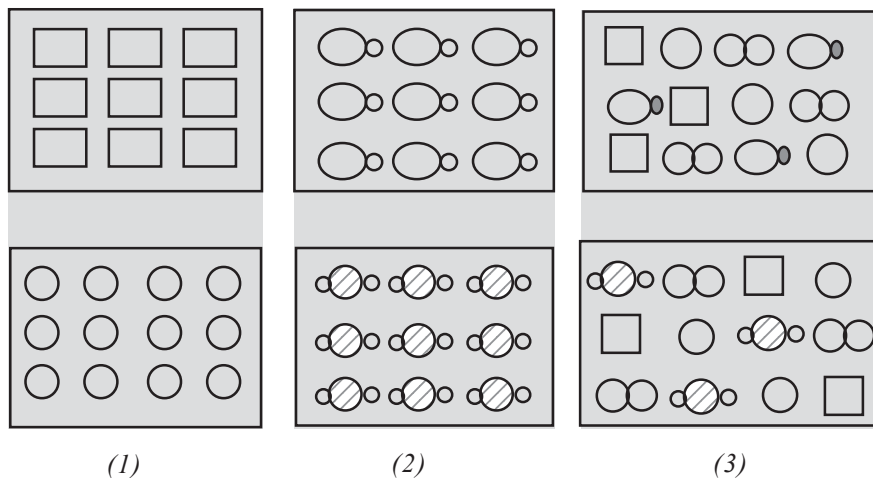
Materi yang diciptakan oleh Tuhan Yang Mahakuasa di alam raya sangat bervariasi. Sifat-sifat materi ada yang mempunyai kesamaan dan ada yang sangat jauh berbeda. Pada bagian sebelumnya kamu sudah mempelajari zat tunggal, yaitu unsur dan senyawa. Masih ingatkah kamu apa yang membedakan antara unsur dan senyawa? Selanjutnya pada bagian ini kamu akan mempelajari campuran dan perbedaannya dengan zat tunggal.

Campuran adalah materi bahan yang terbentuk dari dua zat berlainan atau lebih bergabung menjadi satu yang masih mempunyai sifat zat asalnya dan tidak mempunyai komposisi yang tetap. Contoh: air teh, air sungai, udara, dan lain-lain. Untuk membedakan unsur, senyawa, dan campuran perhatikan Gambar 3.9.

## Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:

- ☛ *membandingkan sifat unsur, senyawa, dan campuran berdasarkan pengamatan;*
- ☛ *membuat bagan klasifikasi materi secara sederhana;*
- ☛ *mengelompokkan zat-zat ke dalam campuran homogen dan heterogen dalam kehidupan sehari-hari.*



▲ Gambar 3.9 Model partikel unsur (1), senyawa (2), dan campuran (3)



Sumber: Dok. Penerbit

▲ Gambar 3.10 Sirop

Sifat-sifat campuran:

- terdiri atas dua jenis zat tunggal atau lebih
- komposisi zat tunggal yang bercampur tidak tentu
- masih mempunyai sifat zat asal

Campuran dibagi menjadi dua, yaitu:

- Campuran homogen (campuran serbasama)

Campuran homogen adalah campuran yang tidak bisa dibedakan antara zat-zat yang bercampur di dalamnya. Seluruh bagian dalam campuran homogen mempunyai sifat yang sama. Campuran homogen disebut juga larutan. Contohnya sirop, udara, dan air teh manis.

- Campuran heterogen

Campuran heterogen adalah campuran yang mengandung zat-zat yang tidak dapat bercampur satu dengan yang lain secara sempurna.

Contoh:

- Air sungai: campuran tanah dan air.
- Adonan bangunan: campuran pasir, semen, gamping, dan air.
- Minuman kopi: campuran air, gula, bubuk kopi.

Campuran heterogen dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

- Koloid*

Koloid adalah suatu bentuk campuran yang ukuran partikel penyusunnya terletak antara larutan dan suspensi. Contohnya air susu, cat, dan awan.

- Suspensi*

Suspensi adalah campuran kasar dan tampak heterogen. Antarpartikel penyusun suspensi masih terdapat bidang batas dan sering kali dapat dibedakan tanpa menggunakan mikroskop.

Contoh:

- Air sungai yang keruh.
- Air dan minyak dikocok.
- Campuran kapur dan air

Perbedaan sifat antara unsur, senyawa, dan campuran secara umum dapat dilihat pada Tabel 3.8.

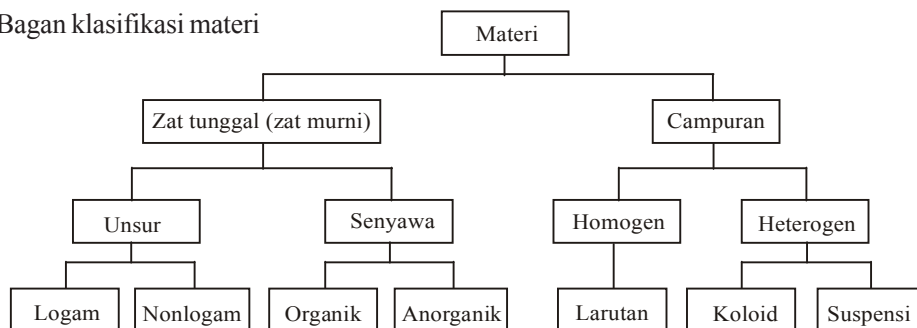
Tabel 3.8

Unsur	Senyawa	Campuran
- Tergolong zat tunggal tidak dapat diuraikan secara kimia.	- Tergolong zat tunggal - Dapat diuraikan secara kimia menjadi zat yang lebih sederhana	- Terdiri dari dua jenis zat tunggal atau lebih. - Dapat dipisahkan secara fisika.

Unsur	Senyawa	Campuran
- Tersusun dari atom-atom yang sejenis.	- Terbentuk dari dua jenis unsur atau lebih dengan perbandingan tertentu	- Perbandingan komposisi zat tunggal yang bercampur tidak tertentu (tidak tetap)
- Mempunyai sifat yang tertentu, contoh: besi, krom, emas, seng, oksigen, karbon, magnesium.	- Mempunyai sifat tertentu yang berbeda dari sifat unsur penyusunnya. Contoh: cuka, alkohol, garam dapur, air accu (asam sulfat).	- Masih mempunyai sifat zat asalnya. Contoh: larutan gula, larutan garam dapur, kecap, sirup.

Berdasarkan uraian di atas, kamu dapat mempelajari pengklasifikasian materi melalui bagan seperti Gambar 3.12.

Bagan klasifikasi materi



Gambar 3.12 Klasifikasi materi



## Latihan

Kelompokkan zat-zat di bawah ini menjadi unsur logam, unsur nonlogam, senyawa, atau campuran.

- |            |                |                 |                 |
|------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 1. seng    | 5. air         | 9. cor beton    | 13. mie instant |
| 2. sirup   | 6. alkohol 60% | 10. asam sulfat | 14. minuman jus |
| 3. oksigen | 7. raksa       | 11. emas        | 15. tembaga     |
| 4. nikel   | 8. besi        | 12. baja        |                 |



## Rangkuman

- Asam adalah suatu zat yang larutannya dalam air dapat menghasilkan ion hidrogen ( $H^+$ ).
- Basa adalah suatu zat yang larutannya dalam air dapat menghasilkan ion hidroksil ( $OH^-$ ).

3. Garam adalah senyawa antara ion logam dengan ion sisa asam.
4. Sifat keasaman suatu larutan dapat ditunjukkan menggunakan indikator, antara lain kertas lakmus dan indikator alami.
5. Derajat keasaman ( $pH$ ) suatu larutan bergantung pada konsentrasi ion hidrogen ( $H^+$ ) larutan. Larutan yang mempunyai  $pH$  kurang dari 7 bersifat asam. Larutan yang mempunyai  $pH$  lebih dari 7 bersifat basa. Larutan yang mempunyai  $pH = 7$  bersifat netral.
6. Rumus kimia adalah rumus yang menunjukkan jumlah masing-masing atom yang menyusun dalam satu molekul suatu senyawa.
7. Molekul adalah partikel terkecil yang menyusun suatu zat.
8. Unsur adalah zat tunggal yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat-zat lain yang lebih sederhana melalui reaksi kimia biasa.
9. Senyawa adalah zat tunggal yang terbentuk dari gabungan dua jenis unsur atau lebih melalui reaksi kimia.
10. Campuran adalah suatu bahan yang terbentuk dari dua zat yang berlainan atau lebih bergabung menjadi satu yang masih mempunyai sifat zat asalnya dan tidak mempunyai komposisi yang tetap.
11. Campuran homogen atau larutan adalah campuran yang tidak bisa dibedakan antara zat-zat yang bercampur di dalamnya.
12. Campuran heterogen adalah campuran yang mengandung zat-zat yang tidak dapat bercampur satu dengan yang lain secara sempurna.



## Glosarium

<i>korosi</i>	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– merusak benda atau bahan secara lambat oleh zat kimia,</li> <li>– reaksi kimia antara logam dengan sekitarnya.</li> </ul>
<i>korosif</i>	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– bahan yang menyebabkan terjadinya korosi pada berbagai benda,</li> <li>– obat yang merusak jaringan organik atau dapat menyebabkan infeksi.</li> </ul>
<i>indikator</i>	:	bahan yang menjadi penunjuk.
<i>kertas lakmus</i>	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– kertas saring yang telah dicelup pada larutan lakmus merah atau biru yang digunakan sebagai kertas uji untuk asam dan basa,</li> <li>– kertas penunjuk harga <math>pH</math> larutan.</li> </ul>
<i>ekstrak</i>	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– sari tanaman yang dikeringkan atau dipekatkan,</li> <li>– sediaan (bahan) farmasi yang diperoleh dari jaringan hewan atau tumbuhan.</li> </ul>
<i>zat tunggal</i>	:	zat murni yang terdiri atas unsur atau suatu senyawa.
<i>reaksi kimia</i>	:	perubahan materi yang menghasilkan zat baru di mana zat baru itu tidak dapat dikembalikan ke bentuk asal sebelum bereaksi.



## Refleksi

Apabila kamu sudah membaca isi bab ini dengan baik, seharusnya kamu sudah dapat mengerti tentang pengklasifikasian benda atau materi di sekitarmu. Cobalah cari beberapa benda dan klasifikasikan berdasarkan hal-hal berikut.

1. Sifat keasamannya
2. Sifat materi penyusunnya.

Apabila masih ada materi pembelajaran yang belum kamu pahami, tanyakan pada gurumu. Setelah paham, maka pelajarilah bab selanjutnya.



## Uji Kompetensi

Kerjakan soal-soal berikut di buku kerjamu

### A. Pilihlah salah satu jawaban yang benar.

1. Suatu zat yang larutannya dalam air dapat menghasilkan ion hidrogen ( $H^+$ ) disebut ....
  - a. garam
  - b. asam
  - c. basa
  - d. oksida
2. Diberikan sifat-sifat zat seperti berikut.
  1. Dapat memerahkan kertas lakmus biru
  2. Dapat membirukan kertas lakmus merah
  3. Bersifat korosif terhadap logam
  4. Dapat menetralkan asam
  5. Dapat menghantarkan arus listrik
 Sifat-sifat larutan asam ditunjukkan oleh nomor ....
  - a. 1, 2, dan 3
  - b. 1, 3, dan 5
  - c. 2, 4, dan 5
  - d. 2, 3, dan 4
3. Air kapur merupakan larutan yang bersifat ....
  - a. basa
  - b. asam
  - c. garam
  - d. netral
4. Sifat-sifat zat seperti berikut.
  1. Dalam air menghasilkan ion hidroksil ( $OH^-$ )
  2. Dapat memerahkan kertas lakmus biru
  3. Dalam air menghasilkan ion hidrogen ( $H^+$ )
  4. Dapat membirukan kertas lakmus merah
  5. Bersifat korosif
 Berdasarkan data tersebut, sifat air aki ditunjukkan oleh nomor ....
  - a. 1, 2, dan 4
  - b. 1, 3, dan 5
  - c. 3, 4, dan 5
  - d. 2, 3, dan 5
5. Rumus kimia garam dapur adalah ....
  - a.  $NaCl$
  - b.  $KCl$
  - c.  $FeCl_3$
  - d.  $CaCl_2$
6. Dari percobaan larutan dengan kertas lakmus diperoleh data sebagai berikut.

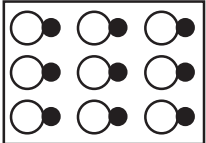
No.	Larutan	Warna lakmus	
		Merah	Biru
1	A	Biru	Biru
2	B	Merah	Biru
3	C	Merah	Merah
4	D	Biru	Biru
5	E	Merah	Merah

Larutan yang lebih banyak mengandung ion  $OH^-$  adalah ....

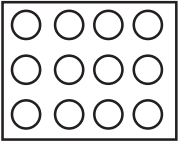
- a. A dan C
- b. A dan D
- c. B dan D
- d. D dan E

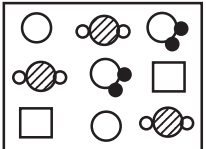


7. Bahan yang terbentuk dari dua zat yang berlainan atau lebih bergabung menjadi satu yang masih mempunyai sifat asalnya disebut ....  
 a. unsur c. senyawa  
 b. unsur nonlogam d. campuran
8. Zat-zat di bawah ini yang semuanya termasuk unsur yaitu ....  
 a. asam sitrat, arang, dan besi  
 b. belerang, raksa, dan seng  
 c. air, emas, dan perak  
 d. tembaga, alkohol, dan silikon
9. Lambang unsur natrium dan neon menurut Berzelius adalah ....  
 a. Na dan N c. N dan Na  
 b. N dan Ne d. Na dan Ne
10. Rumus kimia air aki adalah ....  
 a.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  c.  $\text{H}_2\text{O}$   
 b.  $\text{HNO}_3$  d.  $\text{HCl}$
11. Jumlah atom yang terdapat dalam 2 molekul  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  adalah ....  
 a. 15 atom c. 30 atom  
 b. 17 atom d. 34 atom
12. Pernyataan berikut yang *bukan* merupakan sifat senyawa adalah ....  
 a. dapat diuraikan secara fisik  
 b. tergolong zat tunggal  
 c. tersusun dari dua jenis unsur atau lebih dengan perbandingan tertentu  
 d. mempunyai sifat tertentu yang berbeda dari sifat unsur penyusunnya
13. Zat berikut berasa asin dan berwarna putih adalah ....  
 a. gula c. garam dapur  
 b. gamping d. air jeruk
14. Gambar yang menunjukkan campuran adalah ....
- a.

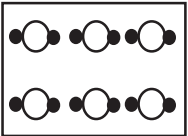


c.


- b.



d.


15. Udara dan larutan garam dapur termasuk ....  
 a. unsur  
 b. senyawa  
 c. senyawa organik  
 d. campuran

**B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas.**

1. Bagaimana cara mengenal larutan asam dan larutan basa?
2. Sebutkan tiga contoh indikator alami.
3. Berapakah jumlah atom yang terdapat pada senyawa-senyawa di bawah ini?  
 a. 2 molekul  $\text{SO}_3$   
 b. 5 molekul  $\text{CH}_2\text{COOH}$   
 c. 1 molekul  $\text{PCl}_5$   
 d. 3 molekul  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$   
 e. 4 molekul  $\text{H}_3\text{PO}_4$
4. Sebutkan sifat-sifat senyawa secara umum.
5. Jelaskan perbedaan antara senyawa dan campuran.

# Bab 4

## WUJUD ZAT



Sumber: Dok. Penerbit

Perhatikan benda-benda di sekitarmu misalnya logam besi, batu, buku, serbuk arang, air, dan udara. Semua benda tersebut memiliki massa dan menempati ruang. Benda-benda di sekitarmu terdiri atas zat padat, cair, dan gas. Setiap zat mempunyai sifat-sifat yang berbeda.

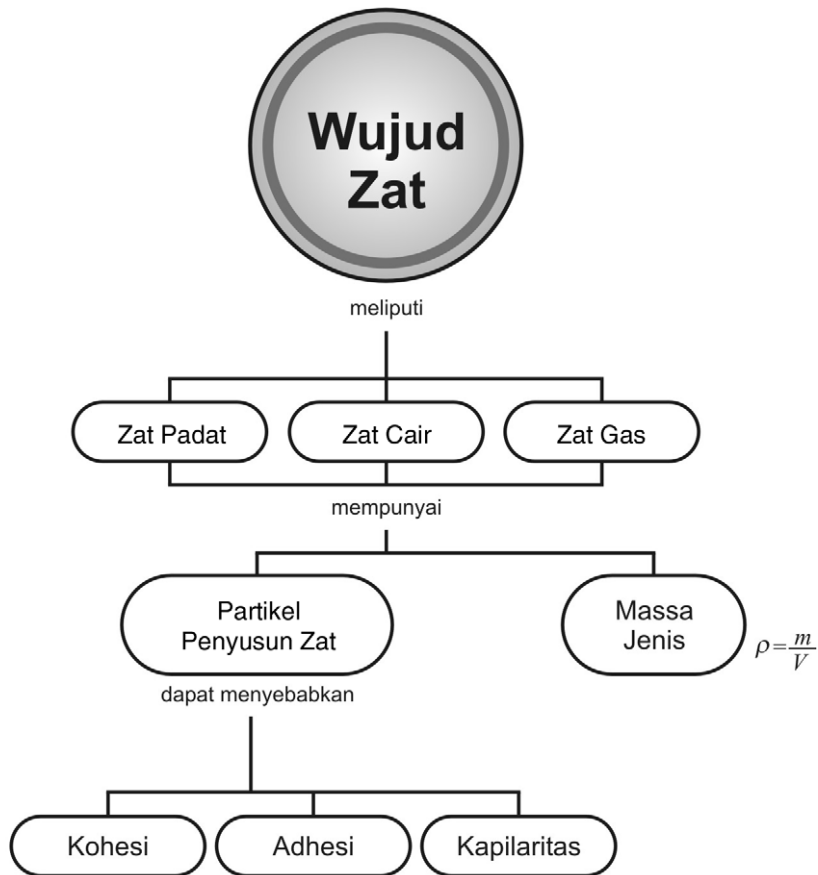
Fenomena dari zat-zat itu akan kamu pelajari pada bab ini. Pada bab ini kamu akan mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan zat dan wujudnya serta massa jenis zat.

### ❖ Pretest ❖

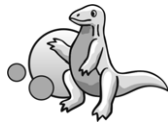
1. Apakah yang dimaksud massa jenis?
2. Bagaimana sifat-sifat zat padat, cair, dan gas?
3. Bagaimana susunan partikel zat padat, cair, dan gas?
4. Mengapa terjadi meniskus cekung dan meniskus cembung?
5. Apa yang dimaksud kapilaritas?

### ❖ Kata-Kata Kunci ❖

- |               |                   |
|---------------|-------------------|
| – adhesi      | – meniskus        |
| – kapilaritas | – partikel zat    |
| – kohesi      | – perubahan wujud |
| – massa jenis |                   |



Pada bab sebelumnya kamu sudah mempelajari pengklasifikasian zat secara kimiawi. Pada bab ini kamu akan mempelajari pengklasifikasian zat secara fisika. Zat dapat berwujud padat, cair, atau gas. Setiap zat mempunyai ciri khas yang membedakan dengan zat lainnya. Kamu sudah mempelajari pengukuran suatu besaran. Cobalah kamu menimbang seember air dan seember pasir. Samakah hasilnya? Mengapa demikian? Untuk mengetahui jawabannya, ikutilah uraian berikut.



## A. WUJUD ZAT

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:  
*menyelidiki perubahan wujud zat.*

Pernahkah kamu menghitung benda-benda di sekitarmu? Kalau diperhatikan benda-benda di sekitar kita memang banyak jumlahnya, hampir kita tidak bisa menghitungnya. Misalnya ada batu, air, besi, bensin, udara, kayu, dan seterusnya. Benda-benda tersebut mempunyai wujud yang berbeda-beda. Benda, seperti batu, besi, dan kayu termasuk zat padat. Air dan bensin termasuk zat cair, sedangkan udara di sekitar kita termasuk gas.

Setiap zat selalu mempunyai massa dan menempati ruang. Zat-zat tersebut juga mempunyai sifat-sifat yang berbeda. Sewaktu SD, kamu sudah mempelajari sifat-sifat wujud suatu zat secara sederhana. Agar lebih mudah mengingatnya, cobalah ikutilah uraian berikut.

### 1. Zat Padat

Untuk lebih memahami sifat-sifat zat padat, cobalah kamu melakukan kegiatan berikut secara berkelompok. Sebelumnya, bentuklah satu kelompok yang terdiri 4 siswa; 2 laki-laki dan 2 perempuan.



### Kegiatan 4.1

**Tujuan:** Memahami sifat-sifat zat padat.

**Alat dan Bahan:**

- Batu kecil
- Gelas
- Meja kerja

**Cara Kerja:**

1. Letakkan batu di atas meja. Kemudian amati secara saksama batu kecil tersebut.
2. Masukkan batu kecil tersebut ke dalam gelas.
3. Amati kembali batu kecil dalam gelas tersebut.

**Pertanyaan:**

1. Bagaimana bentuk batu kecil tersebut? Berubah atau tetapkah?
2. Bagaimana volume batu tersebut?
3. Nyatakan kesimpulanmu dalam buku kerjamu.



Sumber: Dok. Penerbit

▲ **Gambar 4.1** Zat padat bentuk dan volumenya tetap

Pada Kegiatan 4.1, batu kecil dapat kamu ganti dengan anak kunci, kelereng, atau kerikil. Jika kegiatan tersebut kamu lakukan secara teliti dan benar, kamu akan menemukan sifat-sifat zat padat pada umumnya. Sifat zat padat yaitu bentuk dan volumenya tidak berubah. Tahukah kamu mengapa demikian?

## 2. Zat Cair

Coba perhatikan seorang penjual bensin eceran yang sedang menuangkan bensin dari jerigen ke dalam botol-botol. Mula-mula bensin dalam jerigen, kemudian dipindahkan ke dalam botol-botol. Adakah perbedaan bentuk bensin di dalam jerigen dan di dalam botol? Samakah volume bensin dalam jerigen dan volume bensin dalam botol-botol tersebut?

Setelah diamati dengan saksama, ternyata bentuk bensin dalam jerigen menyerupai, seperti jerigen. Adapun, bensin di dalam botol bentuknya menyerupai botol. Dengan demikian, bensin mempunyai bentuk seperti wadahnya. Volume 1 liter bensin dalam jerigen setelah dituangkan ke botol ternyata memenuhi botol tersebut. Dengan demikian, volume bensin tidak berubah (tetap). Jadi, sifat-sifat zat cair, yaitu volumenya tetap, dan bentuknya berubah-ubah sesuai dengan tempat (wadahnya). Cobalah kamu merancang suatu kegiatan untuk membuktikan sifat-sifat zat cair.

### Diskusi (Akurasi Fakta)

*Sejumlah pasir jika ditempatkan di ember, akan berbentuk ember. Jika ditempatkan di gelas, akan berbentuk gelas. Dengan demikian dapat dikata-*

*kan bentuk pasir menyerupai wadahnya. Dapatkah pasir dikelompokkan sebagai zat cair? Mengapa demikian?*

## 3. Zat Gas



Sumber: Dok. Penerbit

▲ **Gambar 4.2** Zat gas (udara dalam balon) mempunyai massa yang tetap, sedangkan volume dan bentuknya berubah-ubah (sesuai wadahnya)

Pernahkah kamu meniup sebuah balon? Contoh lainnya, coba amati orang-orang yang sedang memompa sepeda. Gas dalam balon bentuknya, seperti balon, sedangkan gas dalam ban sepeda bentuknya seperti ban sepeda. Jadi, sifat-sifat zat gas yaitu volume dan bentuknya berubah-ubah sesuai tempat (wadahnya).

Wujud suatu zat, karena sesuatu hal, dapat berubah. Misalnya wujud padat menjadi air, menjadi gas atau sebaliknya. Contoh dalam kehidupan sehari-hari yang mudah kamu amati adalah perubahan wujud es batu.

Untuk lebih memahami terjadinya perubahan wujud zat lakukan kegiatan berikut secara berkelompok. Sebelumnya, bentuklah satu kelompok yang terdiri 4 siswa; 2 laki-laki dan 2 perempuan.

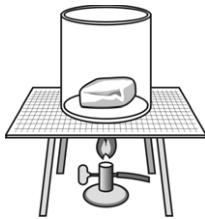


## Kegiatan 4.2

**Tujuan:** –Mengetahui tingkat perubahan wujud zat padat

**Alat dan Bahan:**

- Gelas kimia
- Balok es kecil-kecil
- Penahan kaki tiga
- Kasa
- Pembakar bunsen



**Cara Kerja:**

1. Letakkan gelas kimia di atas penahan kaki tiga.
2. Masukkan balok es tersebut ke dalam gelas kimia.
3. Nyalakan pembakar bunsen, kemudian amati secara saksama wujud es tersebut.
4. Setelah es menjadi air tetap panaskan hingga isi gelas kimia kosong.

**Pertanyaan:**

1. Bagaimana wujud balok es sebelum dipanaskan?
2. Bagaimana wujud balok es setelah dipanaskan?
3. Bagaimanakah wujud air setelah dipanaskan?
4. Nyatakan kesimpulanmu dalam buku kerjamu.

Perubahan wujud suatu zat merupakan perubahan secara fisika. Zat yang mengalami perubahan fisika dapat dikembalikan ke asalnya. Hal inilah yang membedakannya dengan perubahan kimia. Yang dimaksud perubahan kimia adalah perubahan yang menghasilkan zat baru dan tidak dapat dikembalikan ke zat sebelumnya. Adapun perubahan fisika adalah perubahan yang tidak menghasilkan zat baru dan masih dapat dikembalikan ke zat sebelumnya. Perubahan zat secara fisika dapat kamu pelajari lebih lanjut saat membahas kalor (Bab 5).

### Untuk Diingat

*Pada setiap perubahan zat berlaku hukum kekekalan zat, yaitu jumlah zat sebelum peristiwa sama dengan jumlah zat setelah peristiwa. Ini berarti massa zat sebelum dan sesudah peristiwa terjadi besarnya tetap.*



## Latihan

1. Apakah yang membedakan zat cair dan zat gas?
2. Beberapa besar volume gas jika ditempatkan dalam suatu ruang?



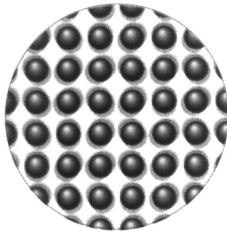
## B. PARTIKEL ZAT

Coba sediakan selembar kertas. Bagilah kertas itu menjadi beberapa bagian. Selanjutnya, ambillah satu bagian dan bagilah menjadi beberapa bagian lagi. Begitu seterusnya sehingga kamu mempunyai bagian kertas yang tidak dapat kamu bagi lagi. Bagian-bagian yang sangat kecil itu disebut partikel.

Partikel-partikel zat berukuran sangat kecil, sehingga tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Susunan dan sifat partikel sangat menentukan wujud zat. Bagaimanakah susunan partikel-partikel zat padat, cair, dan gas?

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:  
*menafsirkan susunan dan gerak partikel pada berbagai wujud zat melalui penalaran.*



Sumber: *Ensiklopedi Iptek*, 2004

▲ **Gambar 4.3** Partikel-partikel zat padat

### 1. Partikel-Partikel pada Zat Padat

Perhatikan Gambar 4.3. Pada gambar terlihat bahwa:

- 1) jarak antarpartikel sangat berdekatan dan teratur,
- 2) gerakan partikel-partikelnya tidak bebas dan saling tarik-menarik dengan kuat,
- 3) partikel-partikel itu bergetar dan berputar di tempatnya,
- 4) partikel-partikelnya sulit untuk diceraiberaikan.

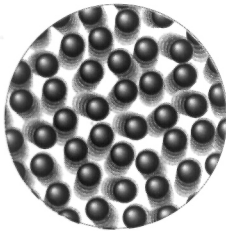
Dengan susunan partikel-partikel seperti itu, maka zat padat mempunyai volume dan bentuk yang tetap.

### 2. Partikel-Partikel pada Zat Cair

Perhatikan Gambar 4.4. Pada gambar terlihat bahwa:

- 1) jarak antarpartikel masih berdekatan, tetapi letaknya tidak teratur,
- 2) gerakan partikel-partikelnya lebih bebas dan tarik-menarik antarpartikel tidak begitu kuat; sehingga partikel-partikelnya dapat bergeser,
- 3) partikel-partikel bergerak lebih bebas sehingga, lebih mudah diceraiberaikan.

Dengan susunan partikel-partikel seperti itu, maka zat cair mempunyai sifat volume tetap dan bentuk yang berubah-ubah sesuai dengan tempatnya (wadahnya).



Sumber: *Ensiklopedi Iptek*, 2004

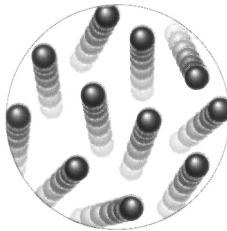
▲ **Gambar 4.4** Gambar partikel-partikel zat cair

### 3. Partikel-Partikel pada Gas

Perhatikan Gambar 4.5. Pada gambar terlihat bahwa:

- 1) jarak antarpartikel sangat berjauhan,
- 2) gerakan partikel-partikelnya sangat bebas dan tarik-menarik antarpartikel sangat lemah,
- 3) partikel-partikelnya sangat mudah diceraiberaikan.

Dengan partikel-partikel seperti itu, dapat diambil kesimpulan bahwa gas mempunyai volume dan bentuk yang berubah-ubah sesuai wadahnya.



Sumber: *Ensiklopedi Iptek*, 2004

▲ **Gambar 4.5** Partikel-partikel gas

Untuk mempermudah penalaran susunan partikel suatu zat coba kamu bayangkan tiga bus yang jumlah penumpangnya tidak sama. Bus pertama berisi penumpang hingga penuh sesak, bahkan penumpang harus berdiri. Bagaimanakah gerakan para penumpang? Itulah gambaran susunan partikel pembentuk zat padat.

Bus kedua berisi penumpang sekitar setengah jumlah tempat duduk. Bagaimanakah gerakan para penumpang? Itulah gambaran susunan partikel pembentuk zat cair. Adapun, gambaran susunan partikel zat gas jika bus berisi sedikit penumpang. Dapatkah kamu menjelaskannya?



Teori-teori partikel yang kita pelajari dapat menjelaskan perubahan wujud zat, misalnya ketika es batu mencair saat dipanaskan. Pada saat dipanaskan terjadi penambahan energi pada partikel-partikel, sehingga partikel-partikel bergerak lebih cepat. Akibatnya jarak antarpartikel makin jauh. Pada suhu tertentu gaya tarik-menarik antar partikel lemah, sehingga partikel-partikel itu berpindah tempat. Dengan demikian, es batu mencair menjadi air.



## Latihan

Jelaskan melalui teori partikel perubahan zat berikut ini.

1. Air menjadi es (zat padat).
2. Air menjadi uap.



## C. KOHESI DAN ADHESI

Seperti telah diterangkan dalam partikel zat, bahwa antarpartikel ada gaya tarik-menarik. Gaya tarik-menarik itu ada dua, yaitu kohesi dan adhesi.

1. Kohesi adalah gaya tarik-menarik antarpartikel-partikel yang sejenis. Misalnya gaya tarik-menarik antarpartikel air; gaya tarik menarik antarpartikel kaca.
2. Adhesi adalah gaya tarik-menarik antarpartikel yang tidak sejenis. Misalnya, gaya tarik-menarik antara partikel cat dengan partikel tembok; gaya tarik-menarik antara partikel kapur tulis dengan partikel papan tulis.

Kohesi dan adhesi berpengaruh terhadap persinggungan zat padat dan zat cair, sehingga menyebabkan bentuk permukaan zat cair berbeda-beda.

### 1. Meniskus Cekung dan Meniskus Cembung

Adanya adhesi dan kohesi dari zat cair dalam sebuah tabung bisa menyebabkan bentuk permukaan (meniskus) baik cekung ataupun cembung dalam tabung tersebut.

Untuk membedakan antara adhesi dan kohesi dapat kamu amati pada permukaan air atau raksa jika masing-masing dimasukkan ke dalam wadah kaca. Pada saat air dimasukkan pada wadah kaca, permukaan air akan mencekung. Hal itu terjadi karena gaya adhesi air-kaca lebih kuat daripada gaya kohesi air. Akibatnya, air tertarik ke kaca. Itulah sebabnya air bersifat membasahi kaca.

## Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:

- membedakan kohesi dan adhesi berdasarkan pengamatan;
- mengaitkan peristiwa kapilaritas, dalam peristiwa kehidupan sehari-hari.



▲ Gambar 4.5 Air dalam tabung reaksi menghasilkan meniskus cekung



▲ Gambar 4.6 Raksa dalam tabung reaksi menghasilkan meniskus cembung



Ketika wadah kaca diisi raksa, permukaan raksa akan mencembung. Hal itu terjadi karena gaya adhesi raksa–kaca lebih lemah daripada gaya kohesi raksa. Itulah sebabnya raksa bersifat tidak membasahi kaca. Sifat raksa yang demikian dimanfaatkan pada termometer. Tahukah kamu mengapa demikian?

Untuk lebih memahami bentuk permukaan zat cair dalam tabung reaksi, coba kamu melakukan kegiatan berikut secara berkelompok. Sebelumnya bentuklah satu kelompok yang terdiri 4 siswa; 2 laki-laki dan 2 perempuan.



### Kegiatan 4.3

**Tujuan:** Mengetahui meniskus cekung dan meniskus cembung.

**Alat dan Bahan:**

- Tabung reaksi 2 buah
- Air
- Raksa

**Cara Kerja:**

1. Masukkan air ke dalam tabung reaksi I dan raksa ke dalam tabung reaksi II.
2. Amati dari atas tabung permukaan air dalam tabung reaksi I dan raksa pada tabung II.

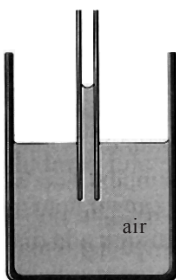
**Pertanyaan:**

1. Bagaimanakah bentuk permukaan air pada tabung I?
2. Bagaimanakah bentuk permukaan raksa pada tabung II?
3. Bagaimanakah perbedaan bentuk permukaan air dan permukaan raksa pada tabung reaksi?
4. Nyatakan kesimpulanmu dalam buku kerjamu.

## 2. Kapilaritas

Adanya kohesi dan adhesi pada benda dapat menimbulkan kapilaritas. Apa yang dimaksud kapilaritas? Untuk lebih jelasnya, perhatikan uraian berikut.

Pipa kapiler adalah pipa yang berdiameter sangat kecil (sekitar 1 mm). Jika pipa kapiler dimasukkan ke suatu wadah berisi air, permukaan air dalam pipa kapiler akan naik. Hal itu karena di dalam pipa kapiler terjadi gaya adhesi (pipa–air) lebih kuat daripada gaya kohesi air. Jika pipa kapiler dimasukkan ke suatu wadah berisi raksa, permukaan raksa dalam pipa kapiler akan turun. Hal itu karena di dalam pipa kapiler terjadi gaya adhesi (pipa–raksa) lebih lemah daripada gaya kohesi raksa.



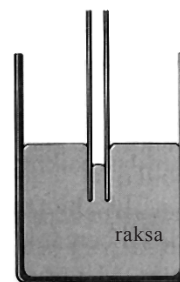
▲ Gambar 4.7 Kapilaritas air

Berdasarkan uraian tersebut dapat dikatakan bahwa terjadinya perbedaan tinggi permukaan-permukaan zat cair pada pipa kapiler disebabkan adanya gaya tarik-menarik antara partikel zat cair dengan dinding tabung. Makin kecil lubang pipa kapiler yang terisi air, permukaan air dalam pipa kapiler makin tinggi. Adapun makin kecil lubang pipa kapiler yang terisi raksa, permukaan raksa dalam pipa kapiler makin rendah. Peristiwa naik atau turunnya permukaan zat cair dalam pipa kapiler disebut kapilaritas.

Manfaat kapilaritas dalam kehidupan sehari-hari, antara lain sebagai berikut.

- Gejala naiknya minyak tanah pada sumbu kompor.  
Gejala ini dapat menyebabkan naiknya minyak tanah lewat sumbu, sehingga kompor dapat menyala. Dalam hal ini sumbu kompor berfungsi sebagai pipa kapiler.
- Gejala naiknya air dari dalam tanah oleh akar, kemudian ke daun.  
Gejala ini menyebabkan naiknya air/garam-garam tanah dari akar ke daun melalui pembuluh kayu. Dalam hal ini pembuluh kayu berfungsi sebagai pipa kapiler.
- Gejala pada daya isap benda terhadap cairan  
Apabila tumpahan tinta kita ambil dengan menggunakan kertas isap, maka lama kelamaan tinta itu akan habis terisap oleh kertas. Dalam hal ini kertas hisap berfungsi sebagai pipa kapiler.

Selain bermanfaat, gejala kapiler ini, ada juga yang menyebabkan kerugian bagi manusia, misalnya gejala naiknya air pada dinding tembok di musim hujan. Pada musim hujan seringkali air mengenai dinding luar rumah, sehingga dinding dalam rumah menjadi basah/lembap. Karena bahan untuk dinding terlalu banyak pori-pori. Pori-pori pada dinding tembok rumah terbentuk karena adonan dinding banyak mengandung air. Dalam hal ini pori-pori berfungsi sebagai pipa kapiler. Untuk mengurangi pori-pori tersebut jumlah semen pada adonan dapat ditambah.



▲ Gambar 4.8 Kapilaritas raksa

#### DISKUSI (Menumbuhkan Rasa Ingin Tahu)

*Tabung reaksi yang diisi air akan menghasilkan meniskus cekung. Apabila dinding tabung tersebut diolesi minyak terlebih dahulu baru diisi air, maka permukaan air akan menghasilkan meniskus cembung. Mengapa demikian?*



## Radar Sains

### Tegangan Permukaan

*Gajala pada permukaan suatu zat cair akibat gaya kohesi yang lain yaitu tegangan permukaan. Tegangan permukaan timbul karena pada permukaan air terjadi gaya tarik-menarik antarpartikel air (kohesi), sehingga seolah-olah ada lapisan yang berbentuk selaput elastis dan kuat yang menyebabkan benda-benda, seperti silet dan serangga dapat tertahan di permukaan air. Selaput*

*ini mempunyai kecenderungan untuk mengecil sekecil mungkin, sehingga luas permukaannya menjadi kecil. Peristiwa ini disebut tegangan permukaan.*

*Adanya tegangan permukaan yang rendah menyebabkan obat tetes mata mampu menjangkau ke seluruh bagian mata yang terserang penyakit.*



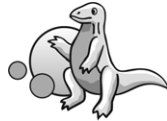
## Latihan

1. Sebutkan tiga contoh dalam kehidupan sehari-hari yang menunjukkan adanya gaya adhesi.
2. Dapatkah naiknya raksa atau alkohol pada termometer dikatakan sebagai gejala kapilaritas? Jelaskan jawabanmu.

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:

- ☛ menyimpulkan dari percobaan bahwa massa jenis adalah salah satu ciri khas suatu zat;
- ☛ menghitung massa jenis suatu zat;



### D. MASSA JENIS ZAT

Di sekitar kita terdapat berbagai macam jenis zat. Pada benda yang volumenya sama belum tentu massanya sama. Misalnya balok kayu dan balok besi yang volumenya sama setelah massanya diukur dengan neraca Ohaus hasilnya berbeda. Faktor apakah yang menyebabkan perbedaan itu?

Untuk mengetahui jawabannya lakukan kegiatan berikut secara berkelompok. Sebelumnya bentuklah satu kelompok yang terdiri 4 siswa; 2 laki-laki dan 2 perempuan.



## Kegiatan 4.4

**Tujuan:** Mengetahui ciri khas suatu benda

### Alat dan Bahan:

- Gelas ukur
- Neraca Ohaus
- Air
- Zat uji lain

### Cara Kerja:

1. Siapkan beberapa gelas ukur yang sama. Masing-masing gelas ukur berilah label sesuai jenis zat cair yang akan diuji.
2. Letakkan gelas ukur pada neraca Ohaus. Masukkan sejumlah air ke dalam gelas. Catatlah massa air dan volumenya.
3. Kurangi volume air hingga setengah bagian. Catatlah kembali massa air dan volumenya.
4. Ulangilah pengubahan volume air beberapa kali. Setiap pengubahan volume, ukurlah pula massa air.
5. Catatlah data pengamatanmu dalam suatu tabel dalam buku kerjamu.
6. Ulangi cara kerja nomor 2–5 dengan menggunakan zat cair uji lainnya (sesuai petunjuk guru).

### Pertanyaan:

1. Berdasarkan data kelompokmu, samakah hasil bagi massa dan volume satu jenis zat cair tetap?
2. Untuk massa dan volume yang sama, apakah hasil bagi massa dan volume semua zat cair uji sama?
3. Nyatakan kesimpulan kelompokmu dalam buku kerjamu.

Kegiatan 4.4 pada dasarnya mencari massa jenis suatu zat. Dengan cara yang sama, kamu dapat mencoba mencari massa jenis suatu zat padat.

Massa jenis zat adalah perbandingan antara massa zat dengan volume zat. Secara matematis massa jenis dirumuskan:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Dengan:  $\rho$  = massa jenis zat ( $\text{kgm}^{-3}$ )

$m$  = massa zat (kg)

$V$  = volume zat ( $\text{m}^3$ )

Masih ingatkah kamu mencari volume benda yang tidak beraturan bentuknya? Jika masih ingat, kamu dengan mudah dapat mencari massa jenis suatu benda yang bentuknya tidak beraturan. Karena itu cobalah mencari massa jenis kerikil, anak kunci, atau patahan ranting bersama kelompokmu.

Suatu zat yang sejenis walaupun bentuk dan volumenya berbeda akan mempunyai massa jenis yang sama. Dengan demikian, massa jenis merupakan salah satu ciri untuk mengetahui jenis zat. Jadi, massa jenis zat akan menentukan susunan partikel zat, apakah susunannya sangat rapat, rapat, atau renggang.

**Tabel 4.1** Massa Jenis Beberapa Zat

No.	Nama Zat	Massa Jenis	
		$\text{gcm}^{-3}$	$\text{kgm}^{-3}$
1.	Air (4°C)	1,00	1.000
2.	Es	0,92	920
3.	Alkohol	0,80	800
4.	Bensin	0,68	680
5.	Raksa	13,60	13.600
6.	Besi	7,90	9.900
7.	Seng	7,14	7.140
8.	Platina	21,45	21.450
9.	Perak	10,50	10.500
10.	Emas	19,30	19.300
11.	Kuningan	8,40	8.400
12.	Aluminium	2,70	2.700
13.	Tulang	1,7–2,0	1.700–2.000
14.	Udara (27°C)	0,0012	1,2
15.	Uap air	0,0006	0,6

*Dirangkum dari berbagai sumber*



## Gontoh

1. Sebuah benda massanya 432 gram. Jika volume benda  $160 \text{ cm}^3$ , hitunglah massa jenis benda tersebut.

### Penyelesaian:

Diketahui :  $m = 432 \text{ gram}$

$$V = 160 \text{ cm}^3$$

Ditanyakan :  $\rho = \dots ?$

$$\begin{aligned}\text{Jawab: } \rho &= \frac{m}{V} \\ &= \frac{432 \text{ gram}}{160 \text{ cm}^3} = 2,7 \text{ gram/cm}^3\end{aligned}$$

Jadi, massa jenis benda  $2,7 \text{ gcm}^{-3}$

2. Berapakah massa bensin yang mempunyai volume sama dengan volume 2 kg air? (Gunakan data pada Tabel 4.1)

### Penyelesaian:

Diketahui :  $m_{\text{air}} = 432 \text{ gram}$

$$\rho_{\text{air}} = 1.000 \text{ kgm}^{-3}$$

$$\rho_{\text{bensin}} = 680 \text{ kgm}^{-3}$$

Ditanyakan :  $m_{\text{bensin}} = \dots ?$

Jawab: Volume bensin sama dengan volume air sehingga:

$$\begin{aligned}\frac{m_{\text{bensin}}}{\rho_{\text{bensin}}} &= \frac{m_{\text{air}}}{\rho_{\text{air}}} \\ m_{\text{bensin}} &= m_{\text{air}} \frac{\rho_{\text{bensin}}}{\rho_{\text{air}}} \\ &= 2 \text{ kg} \frac{680 \text{ kgm}^{-3}}{1.000 \text{ kgm}^{-3}} \\ &= 1,36 \text{ kg}\end{aligned}$$

Jadi, massa bensin 1,36 kg.

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering mengatur letak beberapa benda yang terbuat dari bahan yang berbeda. Misalnya dos mi instan dan dos minuman mineral. Jika keduanya harus ditumpuk, manakah yang harus diletakkan di atas?

Secara alami, benda yang bermassa jenis lebih kecil selalu terletak di bagian atas. Es batu mempunyai massa jenis lebih kecil daripada air biasa. Itulah sebabnya es batu selalu terapung di permukaan air. Dengan memahami konsep massa jenis, kamu dapat memahami pula mengapa di perairan beku masih tetap ada kehidupan di bawah permukaannya.



### Berat Jenis

Sering orang beranggapan berat jenis mirip dengan massa jenis. Berat jenis (specific gravity) dianggap sebagai perbandingan antara berat dan volume benda; sudah saatnya kamu membedakan antara besaran berat dan massa.

Dalam suatu persamaan berat jenis sering ditulis dalam bentuk rumus:

$$s = \frac{w}{V}$$

Dengan:

$s$  = berat jenis benda

$w$  = berat benda

$V$  = volume benda

Sebenarnya, yang dimaksud berat jenis suatu benda adalah perbandingan massa jenis benda itu terhadap massa jenis air. Dengan kata lain, berat jenis merupakan massa jenis relatif suatu bahan. Karena itulah berat jenis tidak mempunyai satuan.

(Sumber: Mekanika, Sears)



### Latihan

1. Sebuah pernyataan berbunyi "Besi lebih berat daripada kayu".  
Mengapa besi lebih berat daripada kayu walaupun volumenya sama? Coba jelaskan.
2. Raksa mempunyai massa jenis  $13,6 \times 10^3 \text{ kgm}^{-3}$ . Apakah arti pernyataan tersebut?
3. Mengapa besaran massa jenis dianggap sebagai ciri khas suatu benda?



### Rangkuman

1. Wujud zat ada tiga, yaitu zat padat, zat cair, dan zat gas.  
Zat padat mempunyai sifat volume, dan bentuk yang tetap.  
Zat cair mempunyai sifat volumenya tetap, sedangkan bentuknya berubah-ubah sesuai tempat (wadahnya).  
Zat gas mempunyai sifat volume dan bentuknya berubah-ubah sesuai tempat (wadahnya).
2. Setiap zat mempunyai susunan partikel-partikel yang berbeda.
  - Zat padat  
Jarak partikel sangat berdekatan dan teratur, gerakannya bebas dan saling tarik-menarik dengan kuat, bergetar dan berputar di tempatnya, serta sulit untuk diceraiberaikan.
  - Zat cair  
Jarak antarpartikel masih berdekatan, tetapi letaknya tidak teratur, gerakan partikelnya lebih bebas dan gaya tarik-menariknya tidak begitu kuat, sehingga mudah diceraiberaikan.

- Zat gas

Jarak antarpartikelnya sangat berjauhan, gerakan partikel sangat bebas dan gaya tarik-menariknya sangat lemah, sehingga sangat mudah diceraikan.

3. Gaya tarik-menarik antarpartikel itu ada dua, yaitu kohesi dan adhesi.
  - Kohesi adalah gaya tarik-menarik antarpartikel yang sejenis.
  - Adhesi adalah gaya tarik-menarik antarpartikel yang tidak sejenis.
4. Kapilaritas adalah peristiwa naik atau turunnya zat cair pada pipa kapiler. Kapilaritas terjadi karena adanya gaya tarik-menarik antarpartikel zat cair dengan dinding tabung.
5. Ciri khas zat disebabkan oleh massa jenisnya. Massa jenis zat adalah perbandingan antara massa benda dengan volume benda, ini dapat

dirumuskan sebagai  $\rho = \frac{m}{V}$ .



## Refleksi

Apabila kamu sudah membaca isi bab ini dengan baik, seharusnya kamu sudah dapat mengerti tentang hal-hal berikut.

1. Perubahan wujud zat.
2. Partikel penyusun zat.
3. Kohesi dan adhesi.
4. Gejala kapilaritas.
5. Massa jenis.

Apabila masih ada materi yang belum kamu pahami, tanyakan pada gurumu. Setelah paham, maka pelajailah bab selanjutnya.



## Glosarium

<i>adhesi</i>	: gaya tarik-menarik antarpartikel yang tidak sejenis.
<i>perubahan fisika</i>	: perubahan zat yang tidak menghasilkan jenis zat baru.
<i>kapilaritas</i>	: peristiwa naik atau turunnya permukaan zat cair dalam pipa kapiler.
<i>kohesi</i>	: gaya tarik-menarik antarpartikel yang sejenis.
<i>meniskus</i>	: permukaan bebas cairan yang berada di dekat dinding bejana dan yang melengkung karena pengaruh tegangan muka.

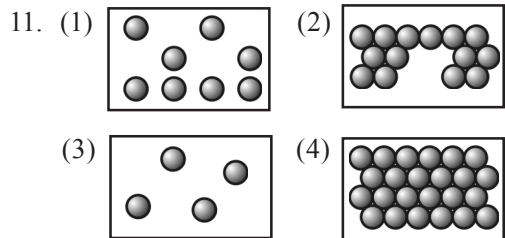


### Kerjakan soal-soal berikut di buku kerjamu

#### A. Pilihlah salah satu jawaban yang benar.

- Berikut ini yang termasuk zat padat adalah ....
  - es, serbuk kapur, paku
  - karbit, alkohol, spiritus
  - minyak goreng, cat, asam sulfat
  - karbit, spiritus, terasi
- Perbedaan antara besi dan air, di antaranya adalah ....
  - partikel besi sangat berjauhan, sedangkan partikel air sangat berdekatan
  - partikel besi sangat berdekatan, sedangkan partikel air sangat berjauhan
  - partikel besi tidak teratur, sedangkan partikel air sangat teratur
  - partikel besi teratur, sedangkan partikel air tidak teratur
- Berikut ini pernyataan yang benar adalah ....
  - pada kayu letak partikelnya berdekatan dan teratur
  - pada air letak partikelnya berdekatan dan tidak teratur
  - pada gas letak partikelnya berjauhan dan teratur
  - pada raksa letak partikelnya berjauhan dan teratur
- Peristiwa melekatnya cat pada tembok, terjadi karena ....
  - kohesi = adhesi
  - kohesi > adhesi
  - adhesi > kohesi
  - adanya reaksi kimia antara cat dengan tembok
- Gaya antarpartikel pada zat adalah ....
  - gaya magnet dan listrik
  - kohesi dan adhesi
  - gaya magnet dan kohesi
  - gaya listrik dan adhesi
- Berikut ini yang *bukan* termasuk zat padat adalah ....

- balok kayu
  - es balok
  - kapur tulis
  - spiritus
- Bentuk zat gas adalah ....
    - tetap
    - sangat stabil
    - berubah-ubah
    - bebas
  - Gaya tarik-menarik antarpartikel yang tidak sejenis disebut ....
    - kohesi
    - adhesi
    - reaksi
    - partikel
  - Perubahan air menjadi es balok disebut ....
    - mencair
    - menguap
    - mengembun
    - membeku
  - Permukaan raksa pada tabung reaksi, berbentuk cembung karena ....
    - kohesi = adhesi
    - kohesi > adhesi
    - adhesi < kohesi
    - adanya reaksi kimia



Susunan partikel zat padat ditunjukkan oleh nomor ....

- (1)
  - (2)
  - (3)
  - (4)
- Perubahan dari zat padat menjadi gas disebut ....
    - membeku
    - menguap
    - mencair
    - menyublim
  - Peristiwa yang termasuk perubahan kimia adalah ....
    - es mencair
    - lilin meleleh
    - kayu terbakar
    - air menguap



14. Massa dan volume tetap, sedangkan bentuknya berubah-ubah sesuai tempat atau wadahnya merupakan sifat dari ....  
 a. kayu                                      c. oksigen  
 b. air    d. besi
15. Perubahan zat yang dapat dikembalikan ke asalnya disebut ....  
 a. perubahan kimia      c. metamorfosis  
 b. reaksi kimia              d. perubahan fisika
16. Perhatikan peristiwa-peristiwa berikut:  
 1) Mengalirnya cairan dari botol infus  
 2) Mengalirnya air tanah dari akar ke daun pada tanaman.  
 3) Naiknya air melalui pipa pompa listrik.  
 4) Naiknya minyak tanah melalui sumbu kompor.  
 Peristiwa kapilaritas ditunjukkan oleh nomor ....  
 a. 1 dan 2                                      c. 2 dan 3  
 b. 1 dan 3                                      d. 2 dan 4
17. Serangga dapat mengapung di permukaan air karena ....  
 a. massa jenis serangga lebih kecil daripada massa air  
 b. massa jenis serangga lebih besar daripada massa jenis air  
 c. massa serangga sama dengan massa air  
 d. adanya tegangan permukaan
18. Massa jenis zat adalah ....  
 a. pengurangan antara massa zat dan volume zat  
 b. penjumlahan antara massa zat dan volume zat  
 c. perbandingan antara massa zat dan volume zat  
 d. perbandingan antara volume zat dan massa zat
19. Panjang sisi sebuah kubus 8 cm dan massanya 1,536 kg. Besar massa jenis kubus adalah ....  
 a.  $2 \text{ gcm}^{-3}$                                       c.  $5 \text{ gcm}^{-3}$   
 b.  $3 \text{ gcm}^{-3}$                                       d.  $7 \text{ gcm}^{-3}$
20. Perhatikan data percobaan berikut ini.

Jenis Benda	Massa (g)	Volume ( $\text{cm}^3$ )
P	40	8
Q	80	32
R	120	12
S	240	16

Berdasarkan data tersebut, massa jenis terbesar ditunjukkan oleh benda ....

- a. P    c. R  
 b. Q    d. S

**B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas.**

- Apakah perbedaan zat cair dan zat gas ditinjau dari partikel penyusunnya?
- Jelaskan susunan partikel pada zat padat, cair, dan gas.
- Sebutkan perubahan wujud zat yang melepaskan kalor dan membutuhkan kalor berdasarkan bagan. Sebutkan pula prosesnya.
- Sebutkan perbedaan susunan partikel pada zat padat dan zat cair.
- Mengapa pada air yang dimasukkan pada tabung reaksi terjadi meniskus cekung? Coba kamu beri penjelasan.
- Apakah perbedaan kohesi dan adhesi? Berilah contohnya.
- Sebutkan gejala kapilaritas dalam kehidupan sehari-hari.
- Sebuah benda bermassa 30 gram, dimasukkan ke dalam gelas ukur yang telah terisi air sebanyak 20 ml sehingga tinggi air berubah menjadi 50 ml. Tentukan massa jenis benda tersebut.
- Suatu cairan mempunyai massa jenis sebesar  $\rho$ . Jika volume cairan itu dijadikan setengah volume semula, tentukan massa jenisnya.
- Sebuah kerikil dimasukkan ke dalam gelas ukur berisi air. Volume air berubah dari 250 ml menjadi 300 ml. Jika saat ditimbang massa kerikil 350 gram, tentukan massa jenisnya.

# Bab 5

## SUHU DAN KALOR



Sumber: Jawa Pos, Januari 2007

*Kereta api merupakan sarana transportasi yang sangat banyak peminatnya. Kadang-kadang kecelakaan kereta api makan korban yang lebih banyak daripada sarana transportasi darat lainnya. Salah satu penyebab kecelakaan yaitu pada lintasan rel kereta api. Akibat adanya pemuaian, rel dapat melengkung yang akhirnya membawa kecelakaan.*

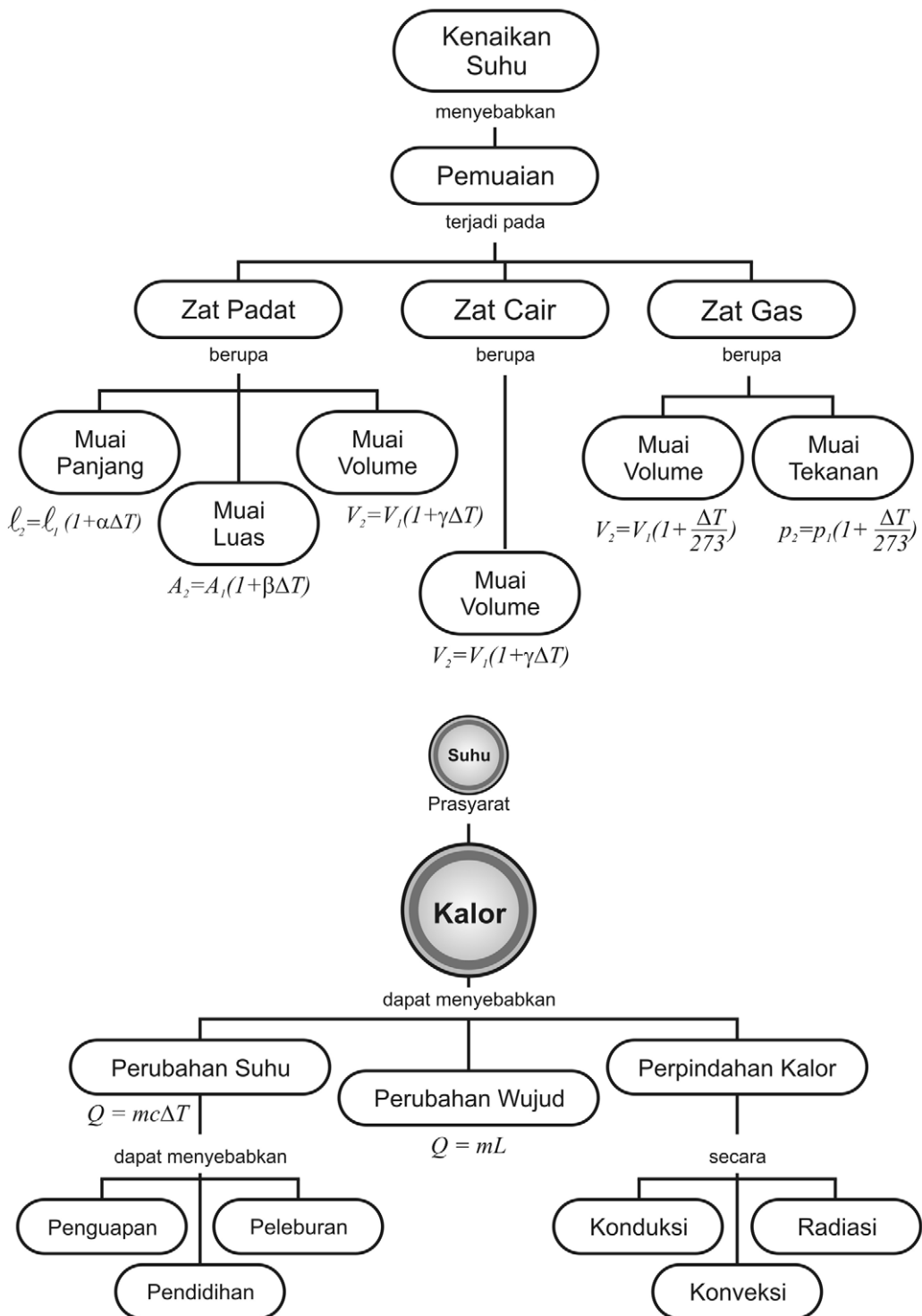
*Fenomena adanya pemuaian seperti rel kereta api, akan kamu pelajari pada bab ini. Pada bab ini kamu akan mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan pemuaian dan penerapannya serta peran kalor terhadap zat.*

### ❖ Pretest ❖

1. Mengapa permukaan raksa atau alkohol pada termometer naik jika digunakan untuk mengukur benda panas?
2. Apa yang terjadi jika suatu benda dipanasi?
3. Apakah yang menyebabkan kalor atau panas berpindah?

### ❖ Kata-Kata Kunci ❖

- |                      |             |
|----------------------|-------------|
| – anomali air        | – kalor uap |
| – bimetal            | – konduksi  |
| – koefisien pemuaian | – konveksi  |
| – kalor jenis        | – radiasi   |
| – kalor lebur        |             |





## A. PEMUAIAN

Pernahkah kamu memerhatikan krupuk atau tahu yang sedang digoreng? Bagaimanakah ukuran krupuk atau tahu sebelum dan sesudah digoreng?

Pada umumnya benda yang dipanaskan suhunya akan naik. Peningkatan suhu benda umumnya juga diikuti pertambahan ukuran benda. Pertambahan ukuran benda itu disebut pemuaian. Jadi, dapat dinyatakan jika suhu naik, benda akan memuai. Sebaliknya, jika suhu turun, benda akan menyusut. Namun, air mempunyai keanehan yaitu dapat menyusut jika suhunya dinaikkan dan dapat memuai jika suhunya diturunkan. Gejala keanehan air ini disebut *anomali*.

## Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:

- menyelidiki proses pemuaian pada zat padat, cair, dan gas;
- merencanakan percobaan sederhana untuk menunjukkan pemuaian zat cair dan zat padat;
- melakukan penyelidikan terhadap muai volume berbagai jenis zat cair.



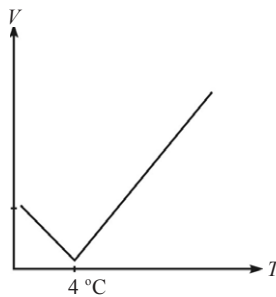
## Radar Sains

### Anomali Air

Anomali air terjadi pada suhu  $0^{\circ}\text{C}$  sampai  $4^{\circ}\text{C}$ . Jika dipanaskan dari  $0^{\circ}\text{C}$  hingga  $4^{\circ}\text{C}$ , volume air akan menyusut. Sebaliknya jika diturunkan dari suhu  $4^{\circ}\text{C}$  hingga  $0^{\circ}\text{C}$ , volume air akan memuai (bertambah).

Pada grafik di samping ditunjukkan volume air terkecil terjadi pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$ . Pada saat itulah massa jenis air ditetapkan.

Berdasarkan grafik anomali air, kita juga mengetahui bahwa es batu ( $0^{\circ}\text{C}$ ) selalu mempunyai volume lebih besar daripada air. Hal itu berarti massa jenis es batu selalu lebih kecil daripada massa jenis air. Akibatnya jika es batu dicampurkan ke dalam air, es batu tidak akan pernah tenggelam. Hal itulah yang menyebabkan air di dasar sungai atau danau tidak akan pernah membeku di musim dingin.



Dalam kehidupan sehari-hari, pemuaian pada zat padat dan zat cair adalah pemuaian volume. Adapun pada zat gas mengalami pemuaian volume dan tekanan. Lebih besar manakah antara pemuaian zat padat dan zat cair? Untuk menjawab pertanyaan ini cobalah kamu mengerjakan tugas berikut.



## Tugas Mandiri

### (Pencarian Informasi)

#### Alat dan Bahan:

- Bejana aluminium
- Pemanas
- Air

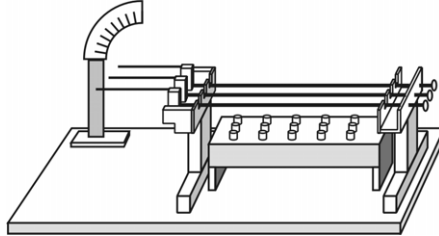
### Cara Kerjanya:

Isilah bejana dengan air hingga penuh kemudian panasilah beberapa saat. Amatilah permukaan air pada bejana. Apa kesimpulanmu?

## 1. Muai Panjang

Sebelum membahas muai volume terlebih dahulu akan dibahas muai panjang. Karena volume merupakan turunan dari besaran panjang. Muai panjang adalah pertambahan panjang benda setiap satuan panjang jika suhunya naik  $1^{\circ}\text{C}$ .

Alat yang digunakan untuk mengamati pemuaian panjang zat padat (biasanya logam) adalah alat Musschenbroek (perhatikan Gambar 5.1).



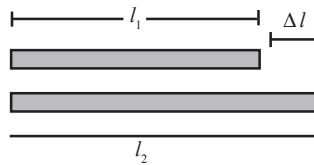
▲ Gambar 5.1 Alat Musschenbroek

Pemuaian setiap zat ditunjukkan oleh koefisien muai panjang zat ( $\alpha$  dibaca alfa). Misalnya diketahui aluminium mempunyai koefisien muai panjang sebesar  $24 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ . Artinya untuk 1 meter aluminium jika suhunya naik  $1^{\circ}\text{C}$ , panjangnya akan bertambah  $24 \times 10^{-6}$  meter. Dapat juga diartikan bahwa untuk aluminium 1 cm jika suhunya naik  $1^{\circ}\text{C}$ , panjangnya akan bertambah  $24 \times 10^{-6}$  cm.

Batang logam yang diteliti pada alat Musschenbroek selain mengalami pemuaian panjang, luas penampangnya juga memuai. Namun, karena pemuaian penampangnya sangat kecil pemuaian penampang itu diabaikan. Gambar 5.2 merupakan contoh sebatang logam yang mengalami pemuaian panjang.

**Tabel 5.1** Koefisien Muai Panjang

Bahan	$\alpha (\times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1})$
Aluminium	24
Kuningan	20
Tembaga merah	14
Gelas	4 – 9
Baja	12
Kuarsa	0,4
Seng	26
Besi	10



$l_1$  = panjang batang sebelum dipanaskan

$l_2$  = panjang batang setelah dipanaskan

$\Delta l$  = pertambahan panjang setelah dipanaskan =  $l_2 - l_1$

▲ Gambar 5.2 Pemuaian panjang

*Dirangkum dari berbagai sumber*

Menurut hasil percobaan pertambahan panjang batang  $\Delta l$  sebanding dengan panjang batang semula  $l_1$  dan kenaikan suhu ( $\Delta T$ ).

Pernyataan tersebut dapat ditulis dalam bentuk persamaan

$$\Delta l \sim l_1 \Delta T \text{ atau } \Delta l = \alpha l_1 \Delta T$$

Rumus ini dapat ditulis dalam bentuk

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_1 \Delta T}$$

Berdasarkan persamaan terakhir ini kita mendapatkan definisi koefisien muai panjang.

Selanjutnya, jika  $\Delta l$  diganti dengan  $l_2 - l_1$  dan  $\Delta T$  diganti dengan  $T_2 - T_1$ , maka akan kita dapatkan hubungan antara panjang batang sebelum dan setelah dipanaskan (rumus pemuaian panjang).

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_1 \Delta T}$$

$$\Delta l = \alpha l_1 \Delta T$$

$$l_2 - l_1 = \alpha l_1 (T_2 - T_1)$$

$$l_2 = l_1 + \alpha l_1 (T_2 - T_1)$$

$$l_2 = l_1 \{1 + \alpha(T_2 - T_1)\}$$

Dengan:

$l_1$  = panjang awal (sebelum dipanaskan)

$l_2$  = panjang setelah dipanaskan

$T_1$  = suhu awal

$T_2$  = suhu setelah dipanaskan

$\alpha$  = koefisien muai panjang zat



### Contoh

- Sebatang besi pada suhu  $0^\circ\text{C}$  panjang 100 cm. Berapakah panjangnya jika besi dipanaskan hingga  $100^\circ\text{C}$ ? ( $\alpha = 10 \times 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$ )

#### Penyelesaian:

Diketahui :  $l_1 = 100 \text{ cm}$

$T_1 = 0^\circ\text{C}$

$T_2 = 100^\circ\text{C}$

$\alpha = 10 \times 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1}$

Ditanyakan:  $l_2 = \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned} l_2 &= l_1 \{1 + \alpha (T_2 - T_1)\} \\ &= 100 \text{ cm} \times \{1 + 10 \times 10^{-6} ^\circ\text{C}^{-1} (100 - 0) ^\circ\text{C}\} \\ &= 100 \text{ cm} \times (1 + 10^{-3}) \\ &= 100 \times 1,001 \\ l_2 &= 100,1 \text{ cm} \end{aligned}$$

Jadi, pada saat suhu besi mencapai  $100^\circ\text{C}$  panjangnya menjadi 100,1 cm.

2. Seutas kawat aluminium pada pagi hari (20 °C) mempunyai panjang 2 m. Jika koefisien muai panjangnya  $24 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ , berapakah pertambahan panjangnya di siang hari (30 °C)?

#### Penyelesaian:

Diketahui:  $T_1 = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $T_2 = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$   
 $l_1 = 2 \text{ m}$   
 $\alpha = 24 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Ditanyakan:  $\Delta l = \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned}\Delta l &= \alpha l_1 \Delta T \\ &= \alpha l_1 (T_2 - T_1) \\ &= 24 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times 2 \text{ m} \times (30 - 20) \text{ }^{\circ}\text{C} \\ &= 24 \times 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1} \times 2 \text{ m} \times 10 \text{ }^{\circ}\text{C} \\ \Delta l &= 48 \times 10^{-5} \text{ m}\end{aligned}$$

Jadi, pada waktu siang hari (30 °C) panjang kawat aluminium bertambah  $48 \times 10^{-5} \text{ m}$  atau 0,48 mm.

#### DISKUSI (Mengembangkan Kecakapan Personal)

*Seorang tukang cat sedang mengecat langit-langit rumah. Karena di dalam rumah gelap, dia menyalakan bola lampu listrik. Suatu saat, bola lampu yang sedang menyala itu terkena percikan cat. Mengapa bola lampu pecah?*

## 2. Muai Luas dan Muai Volume

Pada bagian sebelumnya sudah dibahas muai panjang. Misalnya suatu benda berbentuk lembaran atau lempengan dipanaskan, maka panjang dan lebar benda itu akan mengalami pemuaian, artinya benda yang berbentuk lembaran dapat mengalami muai luas. Sama halnya dengan muai panjang, muai luas juga dapat ditulis dalam bentuk rumus berikut.

$$A_2 = A_1 \{1 + \beta (T_2 - T_1)\} \text{ atau } \beta = \frac{\Delta A}{A_1 \Delta T}$$

Dengan:

$$\begin{aligned}A_1 &= \text{luas awal (sebelum dipanaskan)} \\ A_2 &= \text{luas setelah dipanaskan} \\ T_1 &= \text{suhu awal} \\ T_2 &= \text{suhu akhir} \\ \beta &= \text{koefisien muai luas zat}\end{aligned}$$

Adapun hubungan antara muai panjang ( $\alpha$ ) dan muai luas ( $\beta$  dibaca beta) adalah  $\beta = 2\alpha$ .

Setelah membahas muai panjang dan muai luas, kita akan membahas muai volume. Pada kehidupan sehari-hari, semua benda mempunyai ukuran panjang, luas, dan tinggi. Hal itu berarti benda mempunyai volume atau ruang. Dengan demikian, jika suatu benda dipanaskan maka volumenya akan memuai. Sama seperti muai panjang dan muai luas, muai volume juga dapat ditulis dalam bentuk rumus berikut.

$$V_2 = V_1 \{1 + \gamma (T_2 - T_1)\} \text{ atau } \gamma = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta T}$$

Dengan:

$V_1$  = volume awal (sebelum dipanaskan)

$V_2$  = volume setelah dipanaskan

$T_1$  = suhu awal

$T_2$  = suhu akhir

$\gamma$  = koefisien muai volume zat

Adapun hubungan antara muai panjang ( $\alpha$ ) dan muai volume ( $\gamma$  dibaca gamma) adalah  $\gamma = 3\alpha$ .

Berdasarkan uraian di atas, kita dapat mengetahui bahwa zat padat dapat mengalami pemuaian panjang, luas, dan volume. Adapun zat cair hanya mengalami pemuaian volume dan zat gas dapat mengalami pemuaian volume dan tekanan.

Untuk mengetahui koefisien muai volume zat cair tertentu, cobalah kamu mencoba merancang kegiatan berikut.

Tabel 5.2 Koefisien Muai Volume Bahan

Bahan	$\gamma (\times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1})$
alkohol	0,745
gliserin	0,485
raksa	0,182
minyak tanah	0,899
parafin	0,9

*Dirangkum dari berbagai sumber*



### Contoh

1. Sebuah bola pejal (tanpa rongga) terbuat dari baja. Volume bola itu  $250 \text{ cm}^3$  pada suhu  $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Jika bola baja itu dipanaskan hingga  $100 \text{ } ^\circ\text{C}$ , maka berapa perubahan volumenya?

#### Penyelesaian:

Diketahui:  $V_1 = 250 \text{ cm}^3$

$T_1 = 0 \text{ } ^\circ\text{C}$

$T_2 = 100 \text{ } ^\circ\text{C}$

$\alpha = 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  (lihat Tabel 4.1)

Ditanyakan  $\Delta V = \dots?$

Jawab:  $\Delta V = \gamma V_1 \Delta T$

$= 3\alpha V_1 (T_2 - T_1)$

$= 3 \times 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 250 \text{ cm}^3 \times (100 - 0) \text{ } ^\circ\text{C}$

$\Delta V = 0,9 \text{ cm}^3$

Jadi, volume bola setelah dipanaskan bertambah  $0,9 \text{ cm}^3$  dengan kata lain volume menjadi  $250 \text{ cm}^3 + 0,9 \text{ cm}^3 = 250,9 \text{ cm}^3$ .

2. Sebuah bejana yang volumenya  $100 \text{ ml}$  diisi hingga penuh dengan alkohol. Koefisien muai volume alkohol  $0,75 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  dan dipanaskan hingga mengalami kenaikan suhu  $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ . Perkirakan jumlah alkohol yang tumpah, jika dianggap semua panas hanya diserap alkohol.

#### Penyelesaian:

Diketahui:  $V_1 = 100 \text{ ml}$

$\gamma = 0,75 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

$\Delta T = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$

Ditanyakan:  $\Delta V = \dots?$

$\Delta V = \gamma V_1 \Delta T$

$= 0,75 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \times 100 \text{ ml} \times 20 \text{ } ^\circ\text{C}$

$\Delta V = 1,5 \text{ ml}$

Jadi, jumlah alkohol yang tumpah akibat panas yang diterimanya adalah  $1,5 \text{ ml}$  atau  $1,5 \text{ cm}^3$ .



Pada contoh soal nomor 2, kita dapat menyimpulkan bahwa alkohol mengalami pemuaian lebih besar daripada zat padat. Sebelum dipanaskan volume keduanya sama. Namun, setelah dipanaskan ternyata sebagian alkohol tumpah. Peristiwa yang mirip adalah ketika kita memasak air minum. Pada saat mendidih air dapat tumpah.

Secara teori partikel zat, perbedaan pemuaian zat padat dengan zat cair dapat dijelaskan seperti berikut. Jika zat padat atau zat cair menerima panas atau suhunya naik dapat mengakibatkan partikel-partikelnya bergetar lebih cepat (ingat keadaan partikel penyusun zat-zat yang dibahas pada bab sebelumnya). Akibat selanjutnya jarak antarpartikel merenggang. Karena gaya ikat antarpartikel zat padat lebih kecil daripada zat cair, akibatnya pertambahan jarak antarpartikel zat padat lebih kuat daripada zat cair. Dengan demikian, pertambahan jarak antarpartikel zat padat lebih kecil daripada zat cair. Hal itulah yang menyebabkan pemuaian zat cair lebih besar daripada pemuaian zat padat.

Pada bagian awal, kita telah mempelajari pemuaian dan telah kita ketahui bahwa zat gas yang hanya mengalami pemuaian volume dan tekanan. Khusus untuk gas, besar koefisien muai volume dan tekanannya ( $\gamma$ ) adalah  $\frac{1}{273}^{\circ}\text{C}^{-1}$ . Dengan demikian pemuaian pada gas dapat ditulis dalam bentuk rumus berikut.

$$V_2 = V_1 \left( 1 + \frac{1}{273} \Delta T \right) \text{ dan } p_2 = p_1 \left( 1 + \frac{1}{273} \Delta T \right)$$

Dengan:

$V_1$  = volume sebelum dipanaskan

$V_2$  = volume setelah dipanaskan

$p_1$  = tekanan sebelum dipanaskan

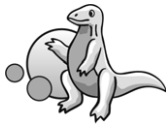
$p_2$  = tekanan setelah dipanaskan

$\Delta T$  = perubahan suhu



## Latihan

1. Apakah yang dimaksud benda mengalami pemuaian?
2. Sebuah benda mempunyai koefisien muai panjang  $0,000005^{\circ}\text{C}^{-1}$ . Apakah artinya?
3. Sebatang kabel baja mempunyai panjang 10 meter. Berapakah panjangnya jika baja mengalami perubahan panas sebesar  $5^{\circ}\text{C}$ ?
4. Mengapa pemuaian zat cair lebih besar daripada zat padat?



## B. MANFAAT PEMUAIAN

Di sekitar kita banyak benda-benda atau kejadian yang memanfaatkan konsep pemuaian. Salah satu alat yang bekerja berdasarkan pemuaian adalah bimetal. Bimetal berupa dua logam yang koefisien muai panjangnya berbeda, tetapi keduanya dijadikan satu. Jika dipanaskan, bimetal akan melengkung ke arah logam yang koefisien muainya lebih kecil. Perhatikan Gambar 5.3.

Jika setelah dipanaskan bimetal melengkung ke arah logam A berarti koefisien muai panjang logam A lebih kecil daripada koefisien logam B.

Beberapa peralatan yang memanfaatkan sifat bimetal, antara lain setrika listrik dan termometer bimetal. Pada setrika listrik, bimetal berfungsi sebagai sakelar otomatis ketika panas setrika berlebihan.

Arus listrik yang mengalir pada kumparan akan memanaskan setrika. Pada saat elemen makin bertambah panas, bimetal juga bertambah panas.

Pada saat seperti itu, bimetal akan melengkung (pada gambar melengkung ke bawah) Akibatnya, arus listrik putus. Karena pasokan arus listrik terputus, elemen akan menjadi dingin. Begitu pula pada bimetal. Setelah dingin bimetal akan lurus kembali dan menyentuh kontak sehingga arus listrik mengalir kembali, begitu seterusnya.

Adapun pada termometer bimetal atau termostat, melengkungnya bimetal dimanfaatkan untuk mengukur suhu. Pada termostat, bimetal dibentuk melengkung dan ujung bimetal yang satu dibuat tetap, sedangkan ujung lainnya dihubungkan dengan jarum penunjuk. Pada saat suhu bertambah, kelengkungan bimetal bertambah. Kelengkungan itu mendesak jarum penunjuk, akibatnya jarum bergerak pada skala tertentu sesuai dengan besar suhu saat itu.

Berikut ini beberapa peristiwa sehari-hari yang memanfaatkan pemuaian.

### 1. Pemasangan Kaca Jendela

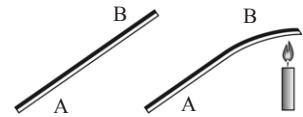
Pemasangan kaca jendela biasanya diberi tempat celah pada bingkainya. Hal itu bermanfaat jika kaca memuai pada waktu siang hari. Jika tidak menggunakan celah, pada saat memuai kaca dapat pecah.

Semisal dengan pemasangan kaca, yaitu pemasangan sambungan rel kereta api. Jika kamu perhatikan, sambungan antarrel kereta api juga diberi jarak. Hal itu bertujuan agar pada saat memuai rel tidak bengkok, sehingga tidak membahayakan perjalanan kereta api.

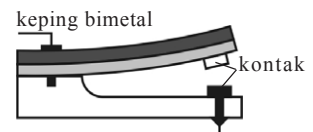
### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:

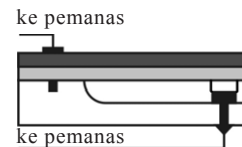
*menunjukkan prinsip pemuaian dalam teknologi kehidupan sehari-hari*



▲ Gambar 5.3 Bimetal

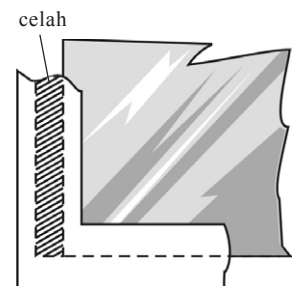


suhu turun, kontak terputus



suhu turun, kontak terhubung

▲ Gambar 5.4 Skema bimetal pada termostat



▲ Gambar 5.5 Celah pada bingkai jendela kaca



▲ Gambar 5.6  
Pengelingan pada  
dua pelat logam

## 2. Penyambungan Dua Pelat Logam

Untuk menyambung dua pelat logam, biasanya digunakan paku keling. Kedua pelat logam yang akan disambung diberi lubang. Dalam lubang itu, kemudian dipasang paku keling panas. Setelah dingin, paku akan menyusut, sehingga kedua logam tersambung kuat.

## 3. Pemasangan Kabel Listrik

Kabel listrik dari tiang satu ke tiang lain, dibuat kendur. Hal itu bertujuan agar pada saat malam hari atau suhu turun, kabel tidak putus. Perhatikan kabel listrik di sekitarmu pada siang dan malam hari.



▲ Gambar 5.5 Kabel listrik kendur

Sumber: CD Clipart



### Latihan

1. Mengapa gelas kaca yang dituangi air mendidih dapat pecah?
2. Mengapa logam bimetal dapat melengkung ke arah tertentu jika dipanaskan?

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:

- menyelidiki pengaruh kalor terhadap perubahan suhu benda dan perubahan wujud zat;
- menyelidiki faktor-faktor yang dapat mempercepat penguapan;
- menyelidiki banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu zat;
- menyelidiki kalor yang dibutuhkan pada saat mendidih dan melebur.



### C. KALOR

Dahulu kalor dianggap sebagai suatu zat yang mengalir, semacam air atau udara. Akhirnya anggapan itu terbukti tidak benar. Kalor merupakan salah satu bentuk energi atau tenaga yang berhubungan dengan panas atau suhu suatu benda. Benda yang diberi kalor suhunya akan naik. Sementara itu, benda yang melepas kalor suhunya akan turun. Jika benda yang bersuhu lebih tinggi dicampur dengan benda bersuhu rendah, maka setelah beberapa saat akan dicapai suhu yang sama.

Suhu campuran dua benda, misalnya air dingin dicampur air panas, lebih dingin daripada benda yang lebih panas dan lebih panas daripada benda yang lebih dingin. Secara matematis pernyataan itu dapat ditulis  $T_A > T_C > T_B$ .

Berdasarkan uraian di atas kamu juga mengetahui, bahwa air yang dingin suhunya akan naik jika dicampur air panas. Suhu benda juga dapat naik jika benda itu dipanasi. Apa sajakah yang memengaruhi kenaikan suhu suatu benda? Untuk menjawabnya cobalah kamu melakukan kegiatan berikut. Sebelumnya, bentuklah satu kelompok yang terdiri 4 siswa; 2 laki-laki dan 2 perempuan.

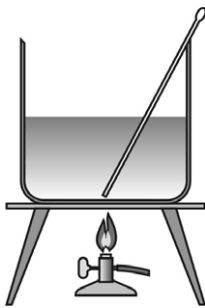


### Kegiatan 5.1

**Tujuan:** Mengetahui faktor-faktor yang memengaruhi kenaikan suhu benda.

**Alat dan Bahan:**

- Termometer
- Gelas pyreks
- Pemanas kaki tiga
- Stop-watch
- Air



**Cara Kerja:**

1. Sediakan termometer, gelas pyreks, pemanas kaki tiga, air, dan stop-watch.
2. Isilah gelas dengan air kira-kira setengah bagian, masukkan termometer dan catatlah suhunya.
3. Panaskan gelas itu di atas kaki tiga.
4. Catatlah suhu air setiap 2 menit sekali hingga menit ke-10. Tuliskan pengamatanmu pada tabel pengamatan di buku kerjamu.
5. Ulangilah cara kerja nomor 2 – 4, tetapi dengan jumlah air lebih sedikit (usahakan suhu awal air sama).
6. Ulangilah cara kerja nomor 2 – 4, tetapi dengan jumlah air lebih banyak (usahakan suhu awal air sama).
7. Bandingkan kenaikan suhu air berdasarkan tabel nomor 4, 5, dan 6.

**Pertanyaan:**

1. Mengapa jumlah air dalam kegiatan ini perlu dibedakan?
2. Nyatakan kesimpulan kelompokmu dalam buku kerjamu.

Cobalah kegiatan di atas kamu kembangkan dengan mengubah nyala pemanas dan mengganti bahan uji selain air. Jika kegiatan tersebut kamu lakukan dengan teliti dan benar, kamu akan mendapatkan bahwa:

- kenaikan suhu sebanding dengan panas;
- kenaikan suhu berbanding terbalik dengan jumlah air;
- kenaikan suhu bergantung jenis zat.

Jika jumlah panas yang digunakan dinyatakan dalam  $Q$ , secara matematis kenaikan suhu ( $\Delta T$ ) dapat ditulis dalam bentuk rumus.

$$\Delta T = \frac{Q}{mc} \quad \text{dalam hal ini } \Delta T = T_2 - T_1$$

Dalam bentuk lain rumus tersebut dapat ditulis

$$Q = mc \Delta T$$

atau

$$Q = mc (T_2 - T_1)$$

Dengan:

$Q$  = jumlah panas (joule)

$m$  = massa benda (kg)

$c$  = kalor jenis benda (J/kg°C)

$\Delta T$  = perubahan suhu benda (°C)

$T_1$  = suhu awal benda (°C)

$T_2$  = suhu akhir benda (°C).

Dalam sistem SI satuan kalor adalah joule (J). Satuan itu juga merupakan satuan energi. Selain joule, kalor juga dapat dinyatakan dalam satuan kalori (kal). Adapun 1 kalori adalah banyaknya kalor yang diperlukan oleh 1 gram air untuk menaikkan suhunya menjadi 1°C lebih tinggi. Nilai 1 kalori setara dengan 4,2 joule. Kesetaraan satuan kalori dan joule disebut tara kalor mekanis.

$$1 \text{ joule} = 0,24 \text{ kal}$$

$$1 \text{ kal} = 4,2 \text{ joule}$$

Dalam keseharian, penggunaan satuan kalori sering kamu temukan dalam kemasan makanan atau minuman. Kemasan itu biasanya menunjukkan kandungan gizi, contohnya pada kemasan susu (perhatikan Gambar 5.8).

Pada persamaan kalor ( $Q = m c \Delta T$ ), terdapat besaran yang dinotasikan dengan huruf  $c$ . Besaran itu berkaitan dengan jenis suatu benda, besaran itu disebut kalor jenis. Adapun yang dimaksud kalor jenis zat adalah banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1°C. Kalor jenis zat merupakan sifat khas suatu benda terhadap kalor. Sebab tidak ada dua zat atau lebih yang mempunyai kalor jenis yang sama. Kalor jenis beberapa zat dapat dilihat pada Tabel 5.3. Satuan kalor jenis dapat menggunakan J/kg °C, J/kg K, atau kal/kg °C

INFORMASI NILAI GIZI:				
Takaran Saji: 30 g				
Jumlah Sajian Perkemasan: 10				
	100 g	30 g	% AKG*	
	(per saji)	(per saji)	(per saji)	
Energi	kcal 392	117.7	5.9	
Protein	g 32	9.6	19.2	
Karbohidrat	g 48	14.4	4.4	
(Laktosa)				
Lemak	g 8	2.4	4.4	
Persentase terhadap kebutuhan tubuh sehari*				
Vitamin				
Vitamin A	IU 3300	991.0	50	
Vitamin D3	IU 800	240.2	-	
Vitamin E	IU 60	18.0	30	
Vitamin K	mcg 40	12.0	20	
Vitamin C	mg 60	18.0	30	
Thiamin	mg 0.4	0.1	10	
Riboflavin	mg 2.1	0.6	50	
Vitamin B6	mg 0.3	0.1	8	
Pantotenat	mg 3.5	1.1	-	
Folate	mcg 56	16.8	4	
Vitamin B12	mcg 2.6	0.8	35	
Mineral				
Kalsium**	mg 2400	720.7	120	
Fosfor	mg 1572	472.1	70	
Magnesium	mg 140	42.0	15	
Seng	mg 6.5	2.0	20	
Iodium	mcg 60	18.0	15	
Natrium	mg 380	114.1	4	
Kalium	mg 1600	480.5	15	
1 (satu) gelas = 200 ml air + 30 gr bubuk				
*% AKG berdasarkan diet 2000 kkal				
** Dietary References Intakes, USA, 1997				
untuk usia 51 tahun ke atas 1200 mg.				

Sumber: Dok. Penerbit

▲ Gambar 5.8 Satuan kalori terdapat pada kemasan makanan atau minuman (perhatikan tanda lingkaran)

**Tabel 5.3** Kalor Jenis Zat

Zat	Kalor Jenis		Zat	Kalor Jenis	
	J/kg °C	kal/kg °C		J/kg °C	kal/kg °C
Alkohol	2.400	550	Kaca	670	160
Air (es)	2.100	500	Kuningan	380	90
Air	4.180	1.000	Marmer	860	210
Air (uap)	2.010	480	Minyak tanah	2.200	530
Aluminium	900	210	Perak	230	60
Badan manusia	3.470	830	Raksa	140	30
Besi/baja	450	110	Seng	390	90
Emas	130	30	Tembaga	390	90
Gliserin	2.400	580	Timbal	130	30
Kayu	1.700	410	Udara	1.000	240

*Dirangkum dari berbagai sumber***Contoh**

1. Sebatang besi semula mempunyai suhu 2 °C. Besi itu mempunyai massa 10 kg. Berapakah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu besi menjadi 12 °C, jika kalor jenisnya 450 J/kg °C?

**Penyelesaian:**

Diketahui:  $m = 10 \text{ kg}$   
 $c = 450 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$   
 $T_1 = 2^\circ\text{C}$   
 $T_2 = 12^\circ\text{C}$

Ditanyakan:  $Q = \dots?$ 

Jawab:

$$Q = mc (T_2 - T_1)$$

$$= 10 \text{ kg} \times 450 \text{ J/kg } ^\circ\text{C} \times (12 - 2) ^\circ\text{C}$$

$$Q = 45.000 \text{ J}$$

Jadi, kalor yang diperlukan sebesar 45.000 J atau 45 kJ.

2. Satu liter air bersuhu 50 °C. Setelah didiamkan beberapa saat, suhu air menjadi 10 °C. Jika kalor jenis air 4,18 kJ/kg °C dan massa jenis air 1.000 kg/m<sup>3</sup>, tentukan kalor yang dilepas air selama itu.

**Penyelesaian:**

Diketahui:  $V = 1 \text{ liter} = 10^{-3} \text{ m}^3$   
 $\rho = 1.000 \text{ kg/m}^3$   
 $c = 4,18 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$   
 $T_1 = 50 ^\circ\text{C}$   
 $T_2 = 10 ^\circ\text{C}$

Ditanyakan:  $Q = \dots?$ 

Jawab:

Massa air belum diketahui, karena itu perlu dicari dulu dengan

$$\rho = \frac{m}{V}$$

$$m = \rho V = 1.000 \text{ kg/m}^3 \times 10^{-3} \text{ m}^3 = 1 \text{ kg}$$

$$Q = mc (T_2 - T_1)$$

$$= 1 \text{ kg} \times 4,18 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times (10 - 50) ^\circ\text{C}$$

$$Q = -167,2 \text{ kJ}$$

Jadi, kalor yang dilepas air adalah 167,2 kJ (tanda negatif menunjukkan adanya pelepasan kalor).

Bagaimana cara kamu mencampur dua air yang bersuhu tidak sama? Apa yang terjadi pada suhu campuran keduanya? Cobalah kamu mencampur segelas air es ( $0 ^\circ\text{C}$ ) dengan segelas air bersuhu  $50 ^\circ\text{C}$ . Percampuran dua benda yang suhunya berbeda pertama kali diteliti oleh Joseph Black. Black menyatakan bahwa jika dua benda bersuhu tidak sama disatukan, benda bersuhu rendah akan menyerap kalor, sedangkan benda bersuhu lebih tinggi akan melepas kalor. Pernyataan Black itu dikenal sebagai asas Black.

Dalam bentuk persamaan, asas Black dapat ditulis dalam bentuk:

$$Q_{\text{serap}} = Q_{\text{lepas}}$$

## 1. Penguapan

Tahukah kamu mengapa air dapat menguap? Penguapan adalah peristiwa meninggalkannya molekul-molekul zat dari kelompoknya. Penguapan terjadi pada permukaan zat dan dapat terjadi pada berbagai suhu.

Pada saat di rumah, kamu juga dapat mengamati peristiwa penguapan. Sewaktu memasak air, apa yang terjadi seandainya air itu dipanasi terus-menerus, habiskah air itu? Mengapa? Jadi, setiap penguapan memerlukan kalor. Peristiwa-peristiwa berikut merupakan contoh hasil penguapan, yaitu: pada pembuatan garam, penyulingan, dan terjadinya awan.

Penguapan merupakan gejala alam yang banyak manfaatnya. Untuk itu, orang berusaha mencari cara mempercepat proses penguapan. Pernahkah kamu memerhatikan orang minum segelas minuman panas? Orang itu kadang meniupkan udara ke permukaan gelas, atau mungkin menuangkan air panas itu ke piring kecil. Kedua cara itu dapat mempercepat penguapan. Selain dengan cara memberi kalor, penguapan dapat dipercepat dengan cara meniupkan udara ke atas zat itu dan memperluas permukaan bidang. Perlu diketahui, pada dasarnya meniupkan udara merupakan cara untuk mengurangi tekanan udara pada permukaan bidang. Cara-cara tersebut membantu molekul di permukaan cairan untuk melepaskan diri dari ikatan antarmolekul dalam cairan.

### Untuk Diingat

*Penguapan dapat dipercepat dengan cara menambah kalor; memperluas permukaan bidang, dan mengurangi tekanan udara di atas permukaan.*

## 2. Pendidihan

Cobalah kamu mengamati proses memasak air. Pada saat air mendidih, apakah suhunya terus naik? Zat cair disebut mendidih, jika pada seluruh bagian zat itu telah terjadi penguapan. Pada saat zat cair mendidih, suhu zat cair tersebut tetap meskipun terus-menerus diberi kalor. Titik didih zat cair yang satu berbeda dengan titik didih zat cair yang lain. Jika kita akan mendidihkan zat cair, banyaknya kalor yang dibutuhkan bergantung pada banyaknya massa zat cair dan jenis zat cair. Makin besar massa zat cair yang akan kita didihkan, makin besar pula kalor yang dibutuhkan.

Adapun yang dimaksud titik didih normal adalah suhu pada saat zat mendidih pada tekanan 1 atmosfer. Titik didih dipengaruhi oleh tekanan udara. Jika tekanan udara kecil, titik didihnya rendah, demikian pula sebaliknya. Contohnya jika suatu tempat bertekanan udara 1 atmosfer, di tempat itu air mendidih pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ . Akan tetapi, jika di tempat lain yang bertekanan udara 72 cmHg (kurang dari 1 atmosfer), air akan mendidih pada suhu kurang dari  $100^{\circ}\text{C}$ .

### DISKUSI (Akurasi Teori)

*Suhu manakah yang lebih tinggi untuk mendidihkan segelas air; jika menggunakan satu lilin atau dua lilin?*

## 3. Peleburan

Untuk mengamati pengaruh kalor yang lain cobalah kamu melakukan kegiatan berikut secara berkelompok. Sebelumnya bentuklah satu kelompok yang terdiri 4 siswa; 2 laki-laki dan 2 perempuan.



### Kegiatan 5.2

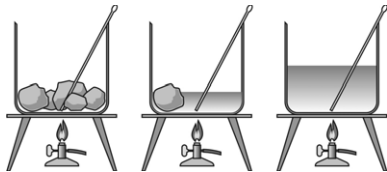
**Tujuan:** Mengamati pengaruh kalor terhadap perubahan wujud.

#### Alat dan Bahan:

- Bejana
- Termometer
- Lampu spiritus
- Es batu

#### Cara Kerja:

1. Sediakan beberapa potong es batu. Letakkan es batu itu dalam suatu bejana.
2. Letakkan pula termometer Celsius dengan skala ke dalamnya. Selanjutnya, panaskan bejana itu di atas lampu spiritus atau kompor.
3. Catatlah suhu tepat es mulai mencair.



Perubahan wujud air a. padat; b. cair; c. gas

#### Pertanyaan:

1. Apa kegunaan nyala lampu spiritus pada percobaan ini?
2. Dapatkah suhu es batu berubah tanpa dipanasi lampu spiritus?
3. Apa yang terjadi jika air es itu dipanaskan terus? Bagaimana suhu air?
4. Nyatakan kesimpulanmu dalam buku kerjamu.



Kamu dapat pula mencoba perubahan zat padat langsung menjadi zat gas. Jika terdapat kapur barus diberi kalor, maka kapur barus itu akhirnya menjadi hilang. Hilangnya kapur barus merupakan perubahan wujud dari padat menjadi gas.

Berdasarkan dua hal tersebut, dapat disimpulkan bahwa kalor mampu mengubah wujud suatu zat. Pada saat terjadi perubahan wujud zat, tidak terjadi perubahan suhu (suhunya tetap) sebab kalor yang diberikan digunakan oleh zat tersebut untuk mengubah wujudnya. Kalor tersebut disebut *kalor laten*. Jadi, kalor laten ( $L$ ) adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan oleh suatu zat untuk mengubah wujudnya.

Pada kegiatan di atas terjadi dua perubahan, yaitu mencair dan menguap. Kalor yang digunakan mengubah wujud es batu menjadi air disebut kalor cair/lebur ( $L$ ). Adapun kalor yang digunakan mengubah wujud air menjadi uap air disebut kalor uap ( $U$ ). Dalam hal ini kalor lebur dan kalor uap merupakan kalor laten. Oleh karena itu, dalam perubahan wujud zat berlaku rumus:

#### Untuk Diingat

*Kalor dapat mengubah suhu benda dan wujud zat.*

$$Q = m L \text{ atau } Q = m U$$

Dengan:

$Q$  = banyaknya kalor (J atau kkal)

$m$  = massa zat (kg)

$L$  = kalor lebur ( $\text{Jkg}^{-1}$  atau  $\text{kkal kg}^{-1}$ )

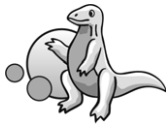
$U$  = kalor uap ( $\text{Jkg}^{-1}$  atau  $\text{kkal kg}^{-1}$ )

Besar suhu di mana es batu tepat mulai mencair menjadi air disebut titik cair/lebur. Adapun suhu dimana air tepat mulai mendidih disebut titik didih. Pada Tabel 5.4 ditampilkan titik lebur, titik didih, dan kalor uap beberapa zat.

**Tabel 5.4** Lalor laten zat

Zat	Titik lebur ( $^{\circ}\text{C}$ )	Kalor lebur ( $\text{kJ/kg}$ )	Titik didih ( $^{\circ}\text{C}$ )	Kalor uap ( $\text{kJ/kg}$ )
Air	0	334	100	2.260
Alkohol	-114	10,4,2	78	853
Belerang	119	55	444	—
Emas	1.063	64,5	2.660	1.580
Nitrogen	-210	25,5	-196	201
Oksigen	-219	13,8	-18,3	213
Perak	961	88,3	—	—
Platina	1.775	112,5	—	—
Raksa	-39	11,8	357	272
Timah hitam	327	24,5	—	—

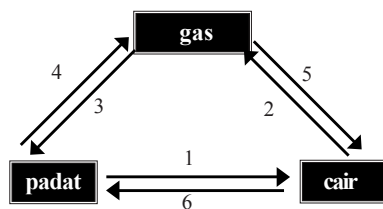
*Dirangkum dari berbagai sumber*



## D. PERUBAHAN WUJUD ZAT

Di Bab 4 kamu sudah mempelajari susunan partikel tiga wujud zat. Susunan partikel ketiga wujud zat tersebut dapat berubah jika terpengaruh suatu energi. Karena kalor salah satu energi maka suatu zat jika diberi kalor atau dipanasi wujudnya dapat berubah. Kalor itulah yang menyebabkan jarak antarpartikel makin renggang. Perenggangan itu akan terlihat gejalanya, yaitu dengan terjadinya perubahan wujud zat. Bagaimana jika suatu zat melepaskan kalor? Dapatkah kamu menjelaskannya?

Perubahan wujud adalah perubahan keadaan suatu zat, misalnya dari padat ke cair dan sebaliknya, dari cair ke gas dan sebaliknya, dari gas ke padat dan sebaliknya.



▲ Gambar 5.9 Diagram perubahan wujud zat

Perhatikan diagram perubahan wujud (Gambar 5.9). Anak panah pada diagram tersebut menggambarkan perubahan wujud yang terjadi. Perubahan wujud itu adalah:

1. padat menjadi cair disebut mencair, contohnya es menjadi air;
2. cair menjadi gas disebut menguap, contohnya air menjadi uap;
3. gas menjadi padat disebut mengkristal, contohnya uap kapur barus menjadi butir-butiran kapur barus.
4. padat menjadi gas disebut menyublim, contohnya kapur barus menjadi gas;
5. gas menjadi cair disebut mengembun, contohnya pada penyulingan air;
6. cair menjadi padat disebut membeku, contohnya air menjadi es.

Dapatkah kamu memilah manakah perubahan wujud yang memerlukan kalor atau melepaskan kalor?

Untuk lebih memahami hubungan kalor dengan perubahan suhu atau wujud zat perhatikan contoh soal berikut.

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:

*menerapkan hubungan*

$Q = mc \Delta T$ ;  $Q = mU$  dan

$Q = mL$  untuk menyelesaikan masalah sederhana;



## Contoh

1. Berapakah kalor yang diperlukan oleh 4 kg es  $0^\circ\text{C}$  agar melebur menjadi air  $0^\circ\text{C}$ ? ( $L = 334 \text{ kJ/kg}$ )

### Penyelesaian:

Diketahui:  $m = 4 \text{ kg}$   
 $L = 334 \text{ kJ/kg}$

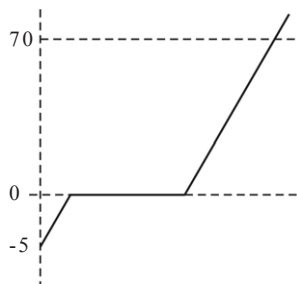
Ditanyakan:  $Q = \dots?$

Jawab:

$$\begin{aligned} Q &= m L \\ &= 4 \text{ kg} \times 334 \text{ kJ/kg} \\ &= 1.336 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Jadi, kalor yang diperlukan sebesar 1.336 kJ.

2. Hitung panas yang diperlukan oleh 500 gram es  $-5^\circ\text{C}$  untuk menjadi air  $70^\circ\text{C}$ .



Grafik  $Q$ - $T$  dari es  $-5^\circ\text{C}$  hingga menjadi  $70^\circ\text{C}$

### Penyelesaian:

Diketahui:  $m = 500 \text{ g} = 0,5 \text{ kg}$   
 $c_{\text{es}} = 2,1 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$   
 $L = 334 \text{ kJ/kg}$   
 $c_{\text{air}} = 4,2 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C}$

Ditanyakan:  $Q = \dots?$

### Langkah-langkahnya:

- 1) es  $-5^\circ\text{C}$  naik menjadi es  $0^\circ\text{C} \rightarrow$  panas yang dibutuhkan  $Q_1$
- 2) es  $0^\circ\text{C}$  lebur menjadi air  $0^\circ\text{C} \rightarrow$  panas yang dibutuhkan  $Q_2$
- 3) air  $0^\circ\text{C}$  naik menjadi air  $70^\circ\text{C} \rightarrow$  panas yang dibutuhkan  $Q_3$

$$Q_1 = m c_{\text{es}} (T_2 - T_1)$$

$$Q_2 = m L$$

$$Q_3 = m c_{\text{air}} (T_4 - T_3)$$

$$Q_1 = 0,5 \text{ kg} \times 2,1 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times 5^\circ\text{C} = 5,25 \text{ kJ}$$

$$Q_2 = 0,5 \text{ kg} \times 334 \text{ kJ/kg} = 167 \text{ kJ}$$

$$Q_3 = 0,5 \text{ kg} \times 4,2 \text{ kJ/kg } ^\circ\text{C} \times 70^\circ\text{C} = 147 \text{ kJ}$$

Jadi, jumlah panas yang dibutuhkan

$$\begin{aligned} Q &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ &= 5,25 \text{ kJ} + 167 \text{ kJ} + 147 \text{ kJ} \\ Q &= 319,25 \text{ kJ} \end{aligned}$$



## Soal Tantangan

Dalam suatu wadah terdapat 5 kg air bersuhu  $10^\circ\text{C}$ . Ke dalam air tersebut dimasukkan 10 gram besi bersuhu  $100^\circ\text{C}$ . Berapakah suhu air setelah dimasuki besi?



## Latihan

Gunakan Tabel 5.3 dan Tabel 5.4 untuk mengerjakan soal nomor 2.

1. Mengapa pada saat terjadi perubahan wujud, suhu zat tidak berubah?
2. Berapakah kalor yang diperlukan untuk mengubah es batu ( $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) sebanyak 2 kg menjadi air bersuhu  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ ?
3. Secangkir kopi panas dilengkapi dengan cawan. Bagaimana cara mempercepat kopi menjadi dingin?
4. Jelaskan bahwa asas Black pada dasarnya merupakan hukum kekekalan energi.
5. Hitunglah kalor yang diperlukan untuk mengubah 1 kg es batu  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  menjadi air semuanya bersuhu  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ .



## E. PEMANFAATAN KALOR

Dalam kehidupan sehari-hari, kalor sangat diperlukan. Tanpa adanya kalor segala aktivitasnya berhenti total. Salah satu contoh pemanfaatan kalor yaitu pada proses penyulingan air. Prinsip penyulingan air adalah pemanfaatan perubahan wujud zat. Adapun prinsip kerja penyulingan air ditunjukkan pada Gambar 5.10.

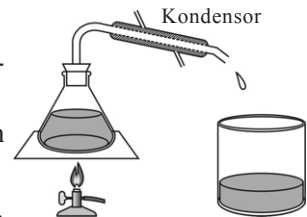
- 1) Air yang mengandung suatu zat (misalnya air kotor) dipanasi dengan kompor hingga menguap.
- 2) Uap air (yang mengandung kotoran) akan keluar melalui pipa. Setelah sampai di kondensor atau pendingin, uap air berubah menjadi butir-butir air bersih.
- 3) Butir-butir air bersih hasil penyulingan tersebut ditampung ke dalam gelas ukur.

Prinsip penyulingan itu dapat digunakan untuk memurnikan air atau untuk membuat minyak kenanga.

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:

*menerapkan konsep kalor dan perpindahannya untuk menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari*



▲ Gambar 5.10 Skema penyulingan air



## Tugas Mandiri

### (Menumbuhkan Semangat Wirausaha)

Cobalah bersama kelompok belajarmu merancang sebuah alat penyulingan air secara sederhana dengan melihat skema contoh di atas. Gunakan alat rancanganmu itu untuk menyuling air kotor.

Sumber kalor terbesar di muka bumi adalah matahari, sehingga wajarlah apabila matahari disebut sebagai dapur energi terbesar di muka bumi ini. Kalor baru dapat dimanfaatkan kalau sudah dipindahkan dari sumber menuju tempat atau alat lain yang memerlukannya. Secara alami, kalor berpindah dari tempat yang bersuhu tinggi ke tempat yang bersuhu lebih rendah.

Perpindahan kalor dapat diatur. Artinya benda mana yang perlu menerima tambahan kalor dan benda mana yang harus dijaga agar besar kalornya tetap. Hal ini dapat dijumpai, seperti pada termos. Ada tiga cara perpindahan kalor, yaitu secara konduksi, konveksi, dan radiasi.

## 1. Konduksi

Konduksi (hantaran), yaitu perpindahan kalor melalui zat tanpa disertai perpindahan partikel-partikel zat itu. Misalnya, perpindahan kalor yang terjadi pada zat padat.

Benda yang dapat menghantarkan panas disebut *konduktor*; sedangkan benda yang tidak dapat menghantarkan (menghambat) panas disebut *isolator*. Coba sebutkan contoh-contoh benda lain yang termasuk konduktor dan isolator.

Apakah air termasuk konduktor? Untuk menjawab pertanyaan ini cobalah kamu melakukan kegiatan berikut bersama kelompokmu. Sebelumnya bentuklah satu kelompok yang terdiri 4 siswa; 2 laki-laki dan 2 perempuan.



### Kegiatan 5.3

**Tujuan:** Menguji daya hantar air terhadap kalor.

#### Alat dan Bahan:

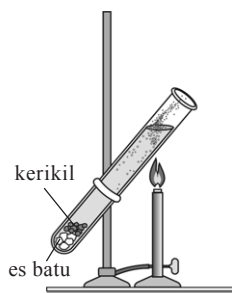
- Tabung reaksi
- Pembakar spiritus
- Statif
- Air
- Es batu
- Kerikil

#### Cara Kerja:

1. Sediakan 1 buah tabung reaksi, 1 buah pembakar spiritus, air, dan bongkahan es.
2. Masukkan bongkahan es batu ke dasar tabung. Tindihlah es batu tersebut dengan beberapa biji kerikil.
3. Masukkan air ke dalam tabung kira-kira  $\frac{3}{4}$  bagian.
4. Pasanglah tabung tersebut ke statif seperti gambar di samping.
5. Panasi mulut tabung reaksi hingga air pada tabung reaksi mendidih. Apakah bongkahan es mencair saat air mendidih?

#### Pertanyaan:

1. Apakah kegunaan kerikil pada percobaan ini?
2. Mencairkah es batu saat permukaan air mulai mendidih?
3. Nyatakan kesimpulan kelompokmu dalam buku kerjamu.



## 2. Konveksi

Konveksi disebut juga aliran. Konveksi adalah perpindahan kalor yang partikel zat perantaranya turut berpindah. Misalnya perpindahan pada zat cair dan udara. Perhatikan proses memasak air pada Gambar 4.11. Bagian air yang terkena panas, volumenya memuai. Akibatnya massa jenisnya mengecil, dan bagian air tersebut akan naik. Bagian air yang belum terkena panas, massa jenisnya lebih besar sehingga air akan turun. Setelah terkena panas dan memuai, massa jenis mengecil, sehingga bagian air itu akan naik. Begitu seterusnya, hingga terjadi aliran.

Proses terjadinya aliran udara (yang sering disebut angin), juga seperti pada air yang dipanaskan. Udara yang kena panas akan memuai, massa jenisnya berkurang, kemudian naik. Adapun udara yang belum terkena panas, massa jenisnya lebih besar sehingga bergerak turun dan seterusnya, dengan demikian akan terjadi aliran udara. Peristiwa konveksi dapat kamu amati pada angin laut, angin gunung, dan angin lembah.

## 3. Radiasi

Perpindahan kalor secara radiasi (pancaran) adalah perpindahan kalor yang dapat terjadi tanpa zat perantara. Contohnya peristiwa menjalarnya panas matahari sampai ke bumi. Antara bumi dan matahari terdapat ruangan hampa (tanpa zat), tetapi panas matahari sampai juga ke bumi. Demikian pula waktu kita berada di dekat api unggun, panas dari api unggun sampai ke badan kita. Sebenarnya di sekitar api unggun juga terjadi perpindahan kalor secara konveksi. Namun, perpindahan panas secara konveksi sangat lambat jika dibandingkan secara radiasi.

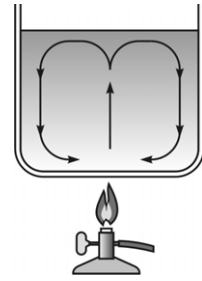
Alat untuk mengamati sifat pancaran kalor disebut *termoskop*. Permukaan benda yang hitam dan kusam merupakan penyerap dan pemancar kalor yang baik. Permukaan benda yang putih dan mengilap adalah penyerap dan pemancar kalor yang buruk.

Karena itulah, saat siang hari yang panas kita akan terasa lebih nyaman jika menggunakan pakaian berwarna putih.

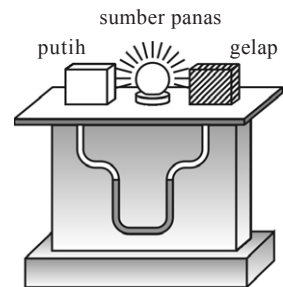
## 4. Pencegahan Perpindahan Kalor

Dengan mempelajari konsep perpindahan kalor, manusia dapat memanfaatkan sifat-sifat kalor dengan baik. Untuk peralatan yang memerlukan panas dipilihlah bahan-bahan yang bersifat konduktor, misalnya untuk peralatan memasak. Sebaliknya, untuk peralatan yang tidak memerlukan panas dipilihlah bahan isolator. Misalnya kayu dan plastik.

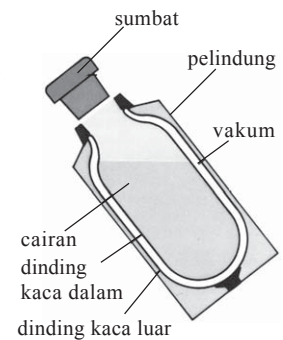
Pembuatan termos es dan termos air panas memanfaatkan benda yang bersifat isolator. Pada termos es, kalor dijaga agar jangan merambat keluar atau masuk. Sebagai penghalangnya (isolatornya) adalah lapisan yang mengilap dan ruang hampa antara dinding luar dan dinding dalam. Tahukah kamu, mengapa dinding luar atau dinding dalam termos memakai lapisan yang mengilap?



▲ Gambar 5.11 Konveksi pada zat cair



▲ Gambar 5.12 Termoskop



Sumber: IPP, 2002

▲ Gambar 5.13 Termos air panas



## Latihan

1. Apakah perbedaan konduksi dengan konveksi?
2. Sebutkan tiga contoh konveksi dalam kehidupan sehari-hari.



## Rangkuman

1. Pemuaian adalah perubahan ukuran suatu benda akibat pertambahan atau kenaikan suhu benda.
2. Pemuaian suatu zat dapat ditulis dalam rumus:
  - muai panjang  $l_2 = l_1 \{1 + \alpha (T_2 - T_1)\}$ ,
  - muai luas  $A_2 = A_1 \{1 + \beta (T_2 - T_1)\}$ ,
  - muai volume  $V_2 = V_1 \{1 + \gamma (T_2 - T_1)\}$ .
3. Hubungan koefisien muai volume, luas, dan panjang adalah  $\alpha = \frac{1}{2} \beta = \frac{1}{3} \gamma$
4. Dua benda dengan koefisien muai berbeda jika dipanaskan pada suhu yang sama, maka benda dengan koefisien muai lebih besar akan mempunyai ukuran lebih besar.
5. Kalor dapat mengubah suhu suatu benda. Besarnya dapat ditulis dalam rumus  $Q = m c (T_2 - T_1)$ .
6. Kalor dapat mengubah wujud suatu zat (benda). Besarnya dapat ditulis dengan rumus:  $Q = m L$  atau  $Q = m U$ .
7. Penguapan dapat dipercepat dengan cara memberi kalor, mengurangi tekanan, dan memperluas bidang penguapan.
8. Kalor dapat berpindah secara konduksi, konveksi, dan radiasi.



## Tugas Proyek

**(Akurasi Materi)**

**Alat dan Bahan:**

- Bejana pyrex
- Termometer
- Pemanas
- Gelas ukur
- Air

**Cara Kerja:**

Berdasarkan peralatan yang tersedia, rancanglah suatu percobaan untuk mengetahui besar koefisien muai volume air. Tuliskan cara kerja rancangan percobaan di buku kerjamu. Selanjutnya, perkirakan hasilnya dan sebutkan pula kendalanya.



## Refleksi

Apabila kamu sudah membaca isi bab ini dengan baik, seharusnya kamu sudah dapat mengerti tentang hal-hal berikut.

1. Muai panjang.
2. Pemuaian pada zat padat, cair, dan gas.
3. Kalor dan pengaruhnya.
4. Cara perpindahan kalor.

Apabila masih ada materi yang belum kamu pahami, tanyakan pada gurumu. Setelah paham, maka pelajailah bab selanjutnya.



## Glosarium

<i>anomali air</i>	: keanehan air yang seharusnya saat dipanaskan memuai (dari 0 °C hingga 4 °C), tetapi volume air justru menyusut.
<i>bimetal</i>	: dua logam yang mempunyai koefisien muai berbeda disatukan.
<i>koefisien muai</i>	: angka yang menunjukkan besar pemuaian zat setiap derajatnya.
<i>muai luas</i>	: penambahan luas setelah benda dipanaskan.
<i>muai panjang</i>	: penambahan panjang setelah benda dipanaskan.
<i>muai volume</i>	: penambahan volume setelah benda dipanaskan.
<i>kalor lebur</i>	: kalor yang digunakan untuk mengubah wujud padat menjadi cair.
<i>kalor beku</i>	: kalor yang digunakan untuk mengubah wujud cair menjadi padat.
<i>konduksi</i>	: perpindahan kalor tanpa diikuti perpindahan partikel zat penyusunnya, terjadi pada zat padat.
<i>konveksi</i>	: perpindahan kalor yang diikuti perpindahan partikel zat penyusunnya, terjadi pada zat cair dan udara.
<i>radiasi</i>	: perpindahan kalor yang dapat terjadi tanpa pelarutan.

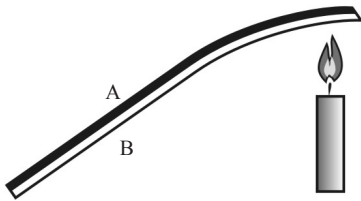




Kerjakan soal-soal berikut di buku kerjamu.

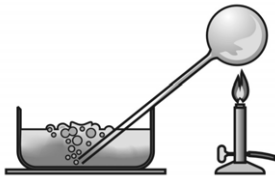
### A. Pilihlah salah satu jawaban yang benar.

1. Tujuan kaca jendela dipasang dengan sedikit diberi ruang kosong adalah ....
  - a. pada saat udara panas, kaca tidak pecah
  - b. pada saat udara dingin tidak menyusut
  - c. pada saat ada getaran tidak pecah
  - d. memberi ruang sirkulasi udara
2. Alat berikut yang memanfaatkan bimetal adalah ....
  - a. setrika listrik
  - b. sakelar
  - c. barometer
  - d. termometer raksa
3. Perhatikan gambar berikut.



Berdasarkan gambar dapat disimpulkan ....

- a. koefisien muai panjang A berbeda dengan B
  - b. panjang logam A berbeda dengan B
  - c. koefisien muai panjang A lebih besar daripada B
  - d. koefisien muai panjang A lebih kecil daripada B
- 4.



Gambar di atas menunjukkan bahwa udara yang dipanaskan akan mengalami pemuaian ....

- a. panjang
- b. bidang
- c. ruang
- d. tekanan

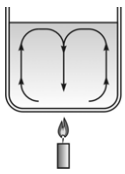
5. Perhatikan tabel berikut.

Jenis Bahan	Koefisien Muai Panjang
A	$20 \times 10^{-6}$ per $^{\circ}\text{C}$
B	$16 \times 10^{-6}$ per $^{\circ}\text{C}$
C	$10 \times 10^{-6}$ per $^{\circ}\text{C}$
D	$8 \times 10^{-6}$ per $^{\circ}\text{C}$

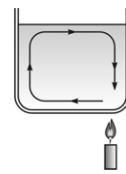
Jika keempat bahan dipanaskan bersamaan, pertambahan panjang yang paling besar adalah ....

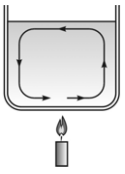
- a. bahan A akan lebih panjang daripada bahan D
  - b. bahan B akan lebih panjang daripada bahan A
  - c. bahan D akan lebih panjang daripada bahan C
  - d. bahan C akan lebih panjang daripada bahan B
6. Peristiwa berikut yang menunjukkan pemuaian air lebih besar daripada zat padat adalah ....
- a. air mendidih dalam panci akan tumpah
  - b. air tidak dapat menempel pada kaca
  - c. air dapat berubah menjadi uap (gas)
  - d. air mengalami anomali pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$
7. Sebuah bahan mempunyai koefisien muai panjang  $0,000012$  per  $^{\circ}\text{C}$ . Jika suhu bahan itu naik  $2^{\circ}\text{C}$  lebih tinggi, panjangnya bertambah ... satu satuan panjang
- a. 0,000006
  - b. 0,000012
  - c. 0,000018
  - d. 0,000024
8. Pada siang hari kabel pada tiang listrik tampak lebih kendur. Hal itu disebabkan ....
- a. kabel memuai
  - b. siang hari terasa lebih panas
  - c. kabel menyerap panas dari lingkungan
  - d. koefisien muai kabel besar

9. Perhatikan pernyataan berikut.
- 1) Kalor merupakan suatu bentuk energi.
  - 2) Kalor dapat berpindah.
  - 3) Kalor merupakan suatu zat.
- Pernyataan tentang kalor yang benar adalah nomor ....
- a. 1 dan 2
  - b. 2 dan 3
  - c. 1 dan 3
  - d. semua benar
10. Jika kalor jenis air  $4.200 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$ , maka kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu  $4 \text{ kg}$  air dari  $35 \text{ }^\circ\text{C}$  menjadi  $45 \text{ }^\circ\text{C}$  adalah ....
- a.  $168.000 \text{ J}$
  - b.  $588.000 \text{ J}$
  - c.  $756.000 \text{ J}$
  - d.  $1.344.000 \text{ J}$
11. Jika dua benda disatukan dapat terjadi perpindahan kalor dari benda yang ....
- a. massanya besar ke benda yang bermassa kecil
  - b. tempatnya tinggi ke tempat yang rendah
  - c. suhunya tinggi ke suhu rendah
  - d. suhunya rendah ke suhu tinggi
12. Air sebanyak  $4 \text{ kg}$  bersuhu  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  dicampur dengan  $1 \text{ kg}$  air bersuhu  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ . Jika hanya terjadi pertukaran kalor pada air tersebut, maka suhu campurannya adalah ....
- a.  $30 \text{ }^\circ\text{C}$
  - b.  $45 \text{ }^\circ\text{C}$
  - c.  $50 \text{ }^\circ\text{C}$
  - d.  $60 \text{ }^\circ\text{C}$
13. Perhatikan perubahan wujud zat berikut.
1. Melebur
  2. Membeku
  3. Mengembun
  4. Menguap
- Perubahan wujud zat yang memerlukan kalor ditunjukkan oleh nomor ....
- a. 1 dan 4
  - b. 2 dan 3
  - c. 1 dan 3
  - d. 2 dan 4
14. Ada 4 benda dengan massa dan jenis yang sama, suhunya berturut-turut  $20^\circ\text{C}$ ,  $30^\circ\text{C}$ ,  $40^\circ\text{C}$ , dan  $50^\circ\text{C}$ . Jika keempat benda disatukan dan terjadi pertukaran kalor, maka yang paling banyak melepaskan kalor adalah benda yang bersuhu ....
- a.  $20 \text{ }^\circ\text{C}$
  - b.  $30 \text{ }^\circ\text{C}$
  - c.  $40 \text{ }^\circ\text{C}$
  - d.  $50 \text{ }^\circ\text{C}$
15. Berikut ini adalah cara mempercepat penguapan, *kecuali* ....
- a. menambah tekanan
  - b. memperluas permukaan
  - c. memanaskan
  - d. mengurangi tekanan
16. Berikut ini yang termasuk isolator adalah ....
- a. kayu, plastik, kertas
  - b. besi, baja, kuningan
  - c. besi, kayu, seng
  - d. air, tembaga, udara
17. Pakaian hitam dan putih dijemur bersama, maka ....
- a. pakaian putih lebih cepat kering, karena banyak menyerap kalor
  - b. pakaian putih lebih cepat kering karena sedikit menyerap kalor
  - c. pakaian hitam lebih cepat kering karena sedikit menyerap kalor
  - d. pakaian hitam lebih cepat kering karena banyak menyerap kalor
18. Gambar aliran partikel-partikel air ketika dipanaskan yang benar adalah ....
- a.

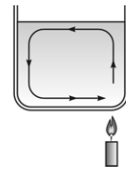


c.

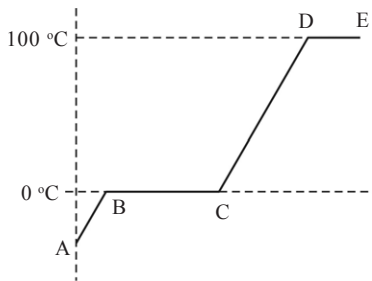

- b.



d.


19. Termos dibuat berlapis-lapis agar tidak mudah terjadi pertukaran kalor. Sehubungan dengan hal itu maka pernyataan yang benar adalah ....
- 1) dilapisi warna putih mengkilat untuk mencegah radiasi
  - 2) dilapisi kaca untuk mencegah konduksi
  - 3) dilapisi ruang hampa untuk mencegah konveksi
- Pernyataan yang benar adalah nomor ....
- a. 1 dan 2
  - b. 2 dan 3
  - c. 1 dan 3
  - d. semua benar

20. Perhatikan grafik antara kalor dan perubahan suhu air berikut.



- 1) AB zat berwujud padat
- 2) BC proses melebur
- 3) CD zat berwujud cair
- 4) DE proses membeku

Pernyataan berikut yang benar adalah nomor ....

- a. 1, 2, dan 3
- b. 2, 3, dan 4
- c. 1, 3, dan 4
- d. 1, 2, dan 4

**B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas.**

1. Bagaimanakah prinsip kerja termometer?
2. Sebatang besi panjangnya 100 cm dipanaskan hingga suhunya naik 100 °C. Jika koefisien muai panjang besi 0,000012 per °C, hitunglah panjang besi setelah mengalami pemuaian.
3. Sebutkan peristiwa-peristiwa di sekitarmu yang menunjukkan adanya pemuaian.
4. Apa yang terjadi apabila air panas dicampur dengan air dingin?
5. Logam tembaga dengan massa 35 mg dipanaskan dari 10 °C sampai 100 °C. Apabila diketahui kalor jenis tembaga 390 kJ/kg °C, tentukan banyaknya kalor yang diperlukan.
6. Pada saat gelas diisi dengan gumpalan es, lama-kelamaan es akan mencair. Mengapa pada dinding luar gelas tampak basah?
7. Sebutkan tiga cara untuk mempercepat proses penguapan.
8. Perpindahan kalor bagaimanakah yang dalam prosesnya tidak harus memerlukan medium?
9. Mengapa dinding termos selalu dibuat rangkap dan di antaranya terdapat ruang hampa udara?
10. Mengapa pada siang hari benda-benda yang berwarna gelap lebih terasa panas daripada benda berwarna cerah?

## Bab 6

# PERUBAHAN MATERI



Sumber: Jendela Iptek, 2001

*Di alam semesta ini setiap saat terjadi perubahan baik pada diri manusia maupun di lingkungan sekitarnya. Zat atau materi yang ada di alam, ada yang mengalami perubahan secara tetap dan ada juga yang hanya sementara. Kayu yang dibakar menjadi arang merupakan salah satu contoh perubahan yang bersifat tetap. Dalam bab ini, kamu akan membahas perubahan-perubahan zat.*

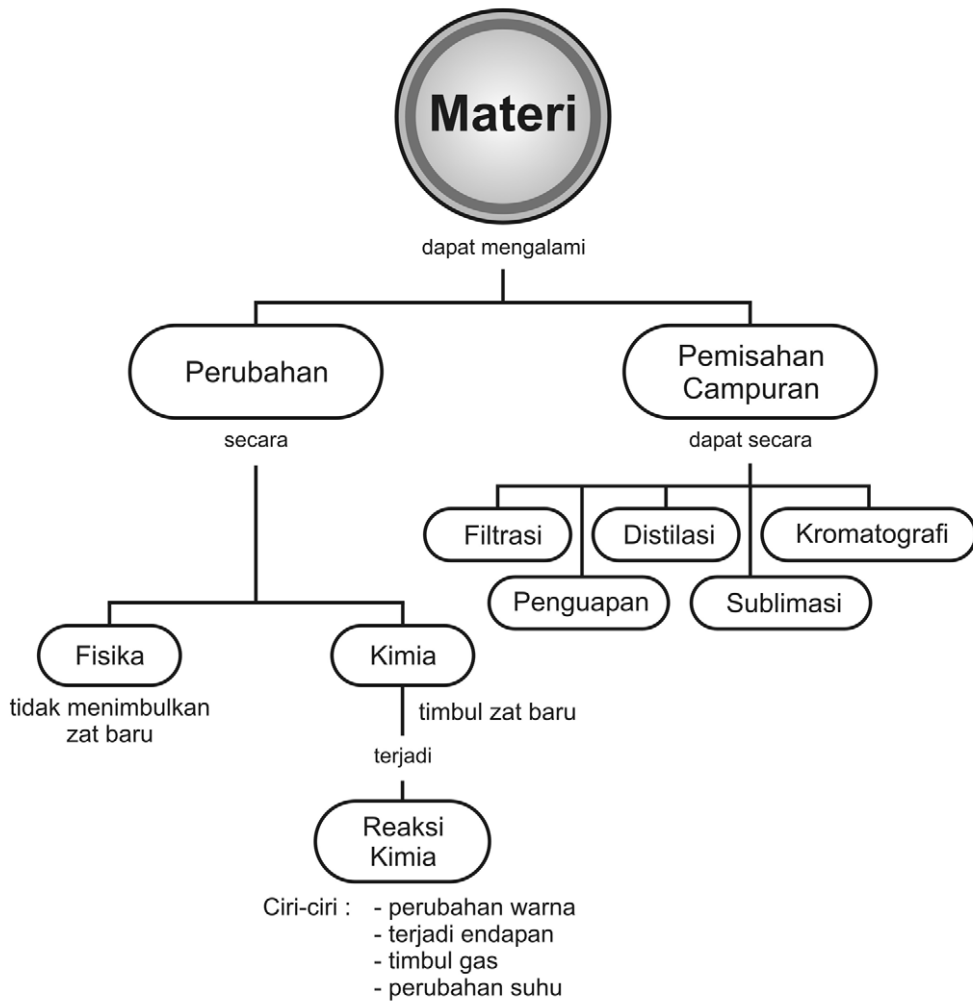
*Fenomena perubahan materi akan kamu pelajari pada bab ini. Pada bab ini kamu juga akan mempelajari sifat fisika dan sifat kimia, cara pemisahan campuran, serta terjadinya reaksi kimia.*

### ❖ Pretest ❖

1. Disebut apakah air yang berubah menjadi es batu?
2. Bagaimanakah cara melelehkan lilin?
3. Dapatkah besi yang berkarat dikembalikan seperti semula (sebelum berkarat)?

### ❖ Kata-Kata Kunci ❖

- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| – koefisien reaksi | – pemisahan campuran |
| – perubahan fisika | – reaksi kimia       |
| – perubahan kimia  |                      |



Perubahan zat terjadi mulai jagat raya ini diciptakan oleh Tuhan Yang Mahakuasa sampai sekarang dan masa-masa yang akan datang. Ada perubahan zat yang menyenangkan manusia, misalnya perubahan karbon menjadi intan yang sangat berharga. Namun, ada juga perubahan zat yang menakutkan dan menghancurkan kehidupan, misalnya ledakan nuklir buatan manusia dan meletusnya gunung berapi dan lain.

Bermanfaatkah perubahan-perubahan zat itu bagi kelangsungan hidup makhluk hidup terutama manusia? Untuk lebih mendalami perubahan zat, pelajailah dengan saksama uraian berikut.



## A. SIFAT MATERI

Pada Bab 3 kamu sudah mempelajari klasifikasi zat atau materi. Materi juga dapat dibedakan berdasarkan sifat fisiknya dan sifat kimianya. Yang dimaksud sifat fisika suatu materi adalah sifat-sifat yang dapat diamati dengan panca indra. Sifat ini antara lain wujud zat, daya hantar panas, titik didih, titik lebur, dan daya hantar listrik. Adapun sifat kimia suatu materi adalah sifat yang berkaitan dengan pembentukan zat baru.

Kedua sifat tersebut sangat penting ketika mempelajari perubahan fisika dan perubahan kimia suatu materi. Untuk memahami perubahan-perubahan zat, cobalah kamu melakukan kegiatan berikut secara berkelompok. Sebelumnya bentuklah satu kelompok yang terdiri 4 siswa; 2 laki-laki dan 2 perempuan.

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:

- ☛ *membandingkan hasil pengamatan perubahan fisika dan perubahan kimia;*
- ☛ *mengklasifikasikan perubahan fisika dan perubahan kimia dalam kehidupan sehari-hari dan mengomunikasikannya.*
- ☛ *membuat kesimpulan dari hasil percobaan perubahan fisika dan kimia;*
- ☛ *membandingkan karakteristik perubahan kimia dan fisika berdasarkan percobaan.*

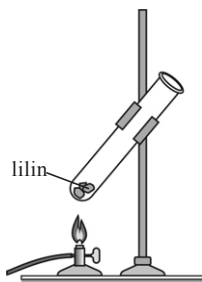


### Kegiatan 6.1

**Tujuan:** Mengamati perubahan zat.

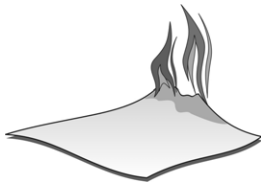
**Alat dan Bahan:**

- Lilin
- Tabung reaksi
- Statif
- Pemanas
- Kertas



**Cara Kerja:**

1. Potonglah lilin tipis-tipis dan masukkan ke tabung reaksi (perhatikan gambar).
2. Panaskan pangkal tabung reaksi.
3. Amatilah perubahan yang terjadi.
4. Ambil pemanas dan diamkan beberapa saat.
5. Amatilah lilin tersebut.
6. Sediakan kertas dan letakkan di lantai
7. Bakarlah kertas tersebut. Amatilah perubahan yang terjadi.
8. Setelah beberapa saat amatilah wujud atau bentuk kertas itu.



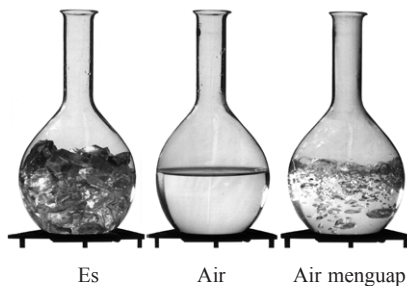
### Pertanyaan:

1. Setelah berubah wujud, dapatkah lilin kembali ke wujud asalnya?
2. Setelah kertas terbakar, dapatkah kertas kembali ke wujud semula?
3. Perubahan apakah yang terjadi pada lilin atau kertas seperti kegiatan di atas?
4. Buatlah perbandingan dalam bentuk tabel perubahan yang terjadi pada lilin dan kertas.
5. Nyatakan kesimpulanmu dalam buku kerjamu.

Ketika mengalami perubahan, zat ada yang dapat kembali ke wujud semula misalnya lilin yang meleleh. Namun, ada juga yang ketika mengalami perubahan, zat tersebut tidak dapat kembali ke wujud semula atau dapat dikatakan menghasilkan zat baru, misalnya kertas yang dibakar.

Perubahan yang tidak menghasilkan zat baru disebut perubahan fisika. Coba buka kembali pembelajaran Bab 3 tentang wujud zat. Adapun perubahan yang menghasilkan zat baru disebut perubahan kimia. Cobalah sebutkan perubahan bahan atau zat yang terjadi di sekitarmu selain lilin dan kertas yang dibakar.

Kamu sudah mengetahui bahwa pada perubahan fisika tidak menghasilkan zat baru. Ada beberapa ciri yang menyertai pada perubahan fisika, yaitu antara lain mengalami perubahan wujud, perubahan bentuk, dan perubahan suhu. Pada Gambar 6.1, ditunjukkan es batu yang semula padat dan berbentuk balok-balok kecil menjadi cair atau air. Hal itu karena es batu diberi kalor. Selanjutnya, air makin panas hingga mendidih dan menguap. Namun, uap itu dapat menjadi air lagi dan air dapat menjadi es batu lagi.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ **Gambar 6.1** Perubahan es batu hingga menjadi air mendidih lalu menguap merupakan perubahan fisika.

Pada perubahan kimia terbentuk zat baru. Zat baru yang terbentuk mempunyai sifat-sifat yang berbeda dengan zat asalnya. Zat baru tidak dapat dikembalikan ke zat asal (sebelum mengalami perubahan). Hal itu terjadi karena partikel penyusun materinya

berubah. Contoh perubahan kimia, yaitu terjadinya karat pada besi dan nyala kembang api. Besi yang berkarat sangat sulit dikembalikan seperti sebelum berkarat. Begitu pula kembang api, setelah menyala tidak dapat dikembalikan seperti bentuk semula.



## Latihan

Perubahan apakah yang terjadi pada peristiwa-peristiwa berikut?

1. Air mendidih.
2. Besi menjadi magnet.
3. Cat menempel di tembok.
4. Kapur barus menyublim.
5. Beras menjadi nasi.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ **Gambar 6.2** Logam kalium yang dimasukkan ke air merupakan perubahan kimia.



## B. PEMISAHAN CAMPURAN

Zat-zat di alam umumnya masih tercampur dengan zat-zat lain. Untuk mengambil zat yang diperlukan perlu diadakan pemisahan campuran. Salah satu contoh zat yang sangat bermanfaat, tetapi keadaan masih sering tercampur zat lain, adalah air. Untuk itulah diperlukan pengolahan air yang bertujuan menghasilkan air yang memenuhi standar kesehatan.

Salah satu cara sederhana untuk mengolah air digunakan model alat penjernih air yang ditunjukkan Gambar 6.3.



▲ **Gambar 6.3** Model alat penjernih air.

Air yang tercampur zat asing akan terlihat keruh. Zat pengeruh air itu akan tersaring oleh pasir halus. Selanjutnya air akan mengalir melalui pasir kasar dan kerikil. Akhirnya air akan keluar dalam keadaan jernih. Agar lebih jernih dan lebih sehat, dibak penampungnya air diberi tawas.

Selain air, zat-zat di alam yang mengalami pencampuran dapat dipisahkan melalui cara-cara tertentu. Pada bagian ini kamu akan mempelajari beberapa cara pemisahan campuran.

## Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:

- ☛ menjelaskan dasar pemisahan campuran berdasarkan ukuran partikel dan titik didih;
- ☛ melakukan percobaan penjernihan air dengan teknik sederhana;
- ☛ melakukan percobaan untuk memisahkan campuran yang sesuai dengan metode yang dipilih.



## 1. Filtrasi (Penyaringan)

Filtrasi adalah pemisahan campuran yang didasarkan pada perbedaan ukuran partikel-partikel zat yang bercampur. Pada pemisahan cara ini, partikel yang berukuran kecil dapat melewati (lolos) penyaringan sedangkan partikel lainnya yang berukuran lebih besar tidak dapat melewati lubang-lubang penyaring. Zat yang dapat melewati penyaring disebut filtrat, sedangkan zat yang tidak dapat melewati lubang penyaringan disebut residu. Dapatkah kamu memisahkan garam dapur yang bercampur dengan pasir? Bagaimana caranya?

## 2. Penguapan

Penguapan adalah salah satu cara pemisahan campuran suatu larutan, antara zat terlarut dan pelarutnya. Caranya yaitu larutan di panasi hingga titik didih larutan. Akibatnya partikel pelarut menguap hingga tersisa adalah zat terlarutnya. Contoh pemisahan cara ini yaitu proses terjadi garam.

Pembuatan garam dapur dari air laut yang dilakukan oleh petani garam. Air laut sewaktu pasang dimasukkan ke dalam petak-petak tanah kemudian diuapkan menggunakan panas matahari dalam waktu beberapa hari sampai diperoleh kristal garam dapur.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ **Gambar 6.4** Garam dapur diperoleh dari air laut yang diuapkan.

## 3. Distilasi (Penyulingan)

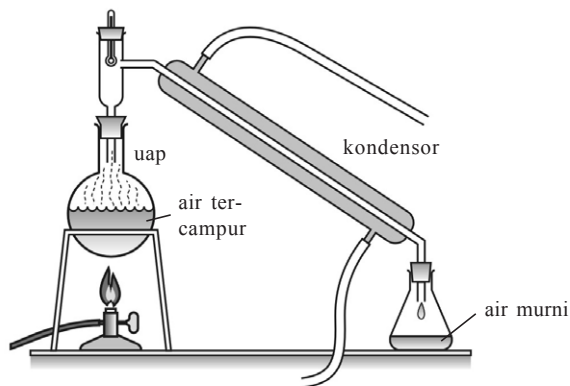
Distilasi adalah pemisahan campuran yang didasarkan pada perbedaan titik didih dari komponen zat yang bercampur. Zat yang mempunyai titik didih lebih rendah akan menguap lebih dahulu. Pemisahan campuran secara distilasi diterapkan dan digunakan pada pembuatan alkohol, minyak kenanga, dan minyak-minyak lainnya baik dari bunga atau dari daunnya. Aquades (air murni) yang kita gunakan di laboratorium sebagai pelarut bahan-bahan (zat) kimia juga diperoleh dengan cara distilasi. Dapatkah minuman kopi didistilasi?

### Radar Sains



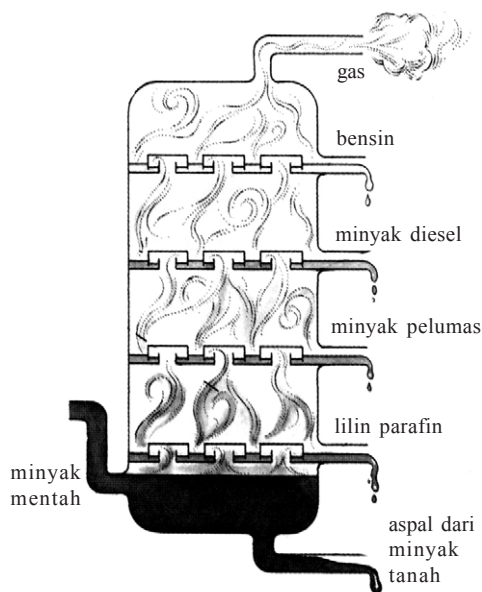
Sumber: *ENI*, 1997

Di negara-negara Jazirah Arab untuk memperoleh air tawar sangat susah dan langka. Penduduk negeri tersebut untuk memperoleh air tawar, bersih, dan sehat menggunakan cara distilasi terhadap air laut. Dengan menggunakan teknologi *flash distillation*, tekanan diturunkan sehingga air bisa mendidih pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$ , dan ini sangat hemat energi.



▲ **Gambar 6.5** Alat distilasi.

Distilasi juga digunakan untuk memisahkan komponen (fraksi) minyak bumi. Minyak bumi mengandung berbagai macam zat seperti LNG, LPG, petroleum eter, bensin, minyak tanah, solar, dan minyak diesel serta zat padat, misalnya lilin, aspal atau bitumen. Titik didih hidrokarbon meningkat sesuai dengan bertambahnya jumlah atom C yang menyusun dalam molekulnya. Oleh sebab itu, pengolahan minyak dilakukan melalui distilasi bertingkat. Pada awalnya minyak mentah dipanaskan pada suhu  $\pm 400^{\circ}\text{C}$ , kemudian dialirkan ke dalam menara fraksinasi seperti pada Gambar 6.6.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

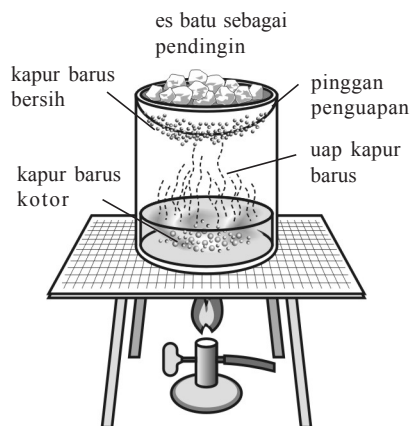
▲ Gambar 6.6 Skema eksplorasi minyak dan alat penyulingan.

Komponen minyak bumi yang mempunyai titik didih rendah akan menguap dan naik ke bagian atas melalui sungkup-sungkup yang disebut sungkup gelembung. Makin naik ke atas suhu dalam menara fraksinasi makin rendah. Komponen minyak bumi yang mempunyai titik didih lebih tinggi akan tetap berupa cairan dan turun ke bagian bawah dengan cara mengembun. Komponen minyak bumi yang dapat mencapai puncak menara adalah komponen minyak bumi yang mempunyai titik didih rendah yang pada suhu kamar berwujud gas.

Komponen minyak bumi yang berwujud gas biasa disebut gas petroleum, jika dicairkan disebut LPG (*Liquified Petroleum Gas*).

#### 4. Sublimasi (Penyubliman)

Sublimasi adalah pemisahan campuran yang didasarkan pada komponen campuran di mana salah satu komponen dapat menyublim (perubahan wujud dari zat padat menjadi gas) sedangkan komponen yang lain tidak dapat menyublim. Contohnya iodium atau kapur barus yang kotor dapat dipisahkan dan dibersihkan dari kotorannya. Perhatikan Gambar 6.7.



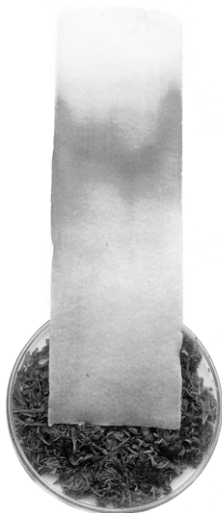
▲ Gambar 6.7 Pemisahan campuran dengan cara sublimasi

Kapur barus yang bercampur kotoran (pasir) akan menguap menjadi gas karena pemanasan. Uap (gas) dari kapur barus akan menyublim menjadi kapur barus dan menempel pada pinggan penguapan. Dengan cara itu kamu dapat memisahkan kapur barus dari campurannya.

## 5. Kromatografi

Kromatografi berasal dari bahasa Yunani yang berarti merekam warna. Pada zaman dahulu, cara kromatografi digunakan untuk memisahkan berbagai macam zat yang mempunyai warna berbeda-beda. Sekarang ini pemisahan campuran dengan kromatografi tidak hanya didasarkan pada perbedaan warna.

Kromatografi berdasarkan pada perbedaan kecepatan zat terlarut yang bergerak bersama-sama pelarutnya pada permukaan suatu bahan yang dapat menyerap. Kromatografi juga dapat dikatakan sebagai cara pemisahan campuran yang berdasarkan perbedaan kecepatan merambat antara partikel-partikel zat yang bercampur pada medium tertentu. Pemisahan secara kromatografi dapat kita jumpai pada rembesan air pada dinding yang menghasilkan garis-garis yang mempunyai jarak tertentu.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ Gambar 6.8 Pemisahan campuran dengan cara Kromatografi.



## Latihan

1. Bagaimana cara memperoleh garam dapur yang bersih dari garam dapur yang bercampur pasir dan tanah?
2. Jelaskan perubahan fisika apa sajakah yang terdapat pada proses distilasi.

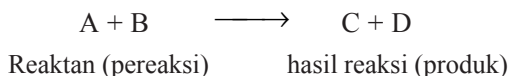


### C. REAKSI KIMIA

Pada bab sebelumnya kamu sudah mempelajari perubahan fisika dan perubahan kimia.

Pada reaksi kimia, satu zat atau lebih dapat berubah menjadi satu zat atau beberapa zat baru. Zat-zat yang bereaksi disebut reaktan atau pereaksi, sedangkan zat baru yang dihasilkan disebut produk atau hasil reaksi.

Secara umum reaksi kimia dituliskan sebagai berikut:



Reaksi di atas dibaca zat A dan zat B bereaksi menghasilkan zat C dan zat D. Sifat zat hasil reaksi (zat baru) sangat berbeda dengan sifat zat mula-mula (pereaksi).

Dalam penulisan reaksi kimia, wujud zat dituliskan dengan huruf abjad dalam kurung di belakang rumus kimia zat-zat yang ada dalam persamaan reaksi seperti berikut ini.

(s) : padatan, endapan, serbuk, batangan (*s = solid*)

(g) : uap atau gas (*g = gas*)

(l) : cair atau leburan (*l = liquid*)

(aq) : larutan atau terlarut dalam air (*aq = aqueous*)

Contoh:

1.  $\text{Na}(s) + 2\text{H}_2\text{O}(l) \longrightarrow 2\text{NaOH}(aq) + \text{H}_2(g)$
2.  $\text{CaCO}_3(s) + 2\text{HCl}(aq) \longrightarrow \text{CaCl}_2(aq) + \text{H}_2\text{O}(l) + \text{CO}_2(g)$
3.  $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \longrightarrow 2\text{NH}_3(g)$
4.  $\text{KI}(aq) + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2(aq) \longrightarrow \text{PbI}_2(s) + 2\text{KNO}_3(aq)$
5.  $\text{Mg}(s) + \text{H}_2\text{SO}_4(aq) \longrightarrow \text{MgSO}_4(aq) + \text{H}_2(g)$

Pada penulisan reaksi kimia, kadang ada yang dituliskan angka koefisien reaksi. Perhatikan contoh nomor 1–4 di atas.

Koefisien reaksi adalah angka yang dituliskan di depan rumus kimia yang ada dalam persamaan reaksi. Angka itu digunakan untuk menyetarakan atau menyamakan jumlah masing-masing atom yang ada di ruas kiri atau di ruas kanan tanda panah. Untuk angka satu tidak perlu dituliskan di depan rumus kimia zat-zat yang ada dalam persamaan reaksi. Pada contoh di atas, reaksi nomor 1 mempunyai koefisien reaksi 1, 2, 2, dan 1. Cobalah kamu cari koefisien reaksi contoh berikutnya.

#### Tujuan Pembelajaran

Tujuan belajarmu adalah dapat:

- ☛ mereaksikan dua zat untuk menunjukkan perubahannya.
- ☛ menyimpulkan ciri-ciri terjadinya reaksi kimia.



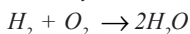
Sumber: Jendela Iptek, 2001

▲ **Gambar 6.9** Kembang api merupakan pertunjukkan reaksi kimia yang sangat cepat.

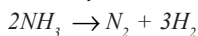
### **Jenis Reaksi Kimia**

*Jenis reaksi kimia dapat dikelompokkan berdasarkan kesamaannya. Hal itu bertujuan untuk mempermudah mempelajarinya. Salah satu sistem pengelompokan berdasarkan cara atom tersusun kembali dalam reaksi kimia.*

1. **Reaksi penggabungan**  
*Kelompok ini terjadi jika dua zat atau lebih beraksi membentuk zat lain, contohnya*

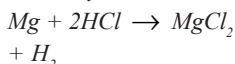


2. **Reaksi penguraian**  
*Kelompok ini terjadi jika satu zat terurai menjadi satu zat atau lebih. Contohnya*



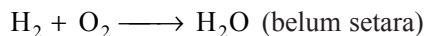
3. **Reaksi penggantian**  
*Kelompok ini terjadi jika satu atom menggantikan atom lain dalam satu senyawa.*

*Contohnya*



*Dalam reaksi itu Mg menggantikan Cl.*

Persamaan reaksi dikatakan setara jika jumlah atom-atom di ruas kiri dan di ruas kanan adalah sama. Jika jumlah atom-atom di ruas kiri dan di ruas kanan tidak sama, maka persamaan reaksi dikatakan belum setara, sehingga harus disetarakan. Perhatikan reaksi antara hidrogen ( $H_2$ ) dan oksigen ( $O_2$ ) berikut.



Untuk menyetarakan persamaan reaksi di atas, perhatikan jumlah atom-atom yang belum sama. Kemudian perhatikan tambahkan angka di depan rumus kimia yang jumlah atomnya belum sama. Jika penambahan angka tersebut menyebabkan jumlah atom yang lain berubah, tambahkan angka di depan rumus kimia yang jumlah atomnya berubah tersebut. Hal ini dilakukan sampai diperoleh jumlah masing-masing atom sama. Jika jumlah masing-masing atom ruas kiri dan ruas kanan sama, berarti persamaan reaksi sudah setara.

Untuk lebih jelasnya, perhatikan tahapan penyetaraan berikut.

- $H_2 + O_2 \longrightarrow H_2O$  (belum setara)
- $H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$  (belum setara)
- $2H_2 + O_2 \longrightarrow 2H_2O$  (sudah setara)

Suatu perubahan kimia atau reaksi kimia dapat diketahui melalui gejala-gejala yang menyertainya. Gejala-gejala atau ciri-ciri reaksi kimia antara lain sebagai berikut.

- Terjadinya perubahan warna.  
Hal ini dapat kamu amati misalnya pada reaksi antara larutan amilum dan iridium. Hasil reaksi berupa larutan berwarna biru.
- Terjadi gas  
Pernahkah kamu berdekatan dengan bengkel las karbit? Bau menyengat yang kamu rasakan di dekat bengkel las karbit adalah gas etuna. Gas itu berasal dari reaksi antara karbit dan air saat digunakan untuk mengelas.
- Terjadi endapan  
Endapan hasil reaksi dapat kamu temukan pada alat-alat memasak. Selain itu juga dapat kamu temukan pada proses penjernihan air yang menggunakan tawas.
- Terjadi perubahan suhu  
Adanya perubahan suhu dapat kamu amati ketika batu gamping dicampur air. Selain itu kamu juga dapat menemukan perubahan suhu itu pada reaksi karbit dengan air.

Reaksi kimia selalu disertai energi, baik berupa energi panas, cahaya, ataupun listrik. Pada pembelajaran kelas yang lebih tinggi kamu akan mempelajari tentang energi. Reaksi kimia yang menghasilkan energi disebut reaksi eksoterm. Ada pun reaksi yang menyerap energi disebut reaksi endoterm. Dapatkah kamu memberikan contoh keduanya?

Untuk memahami terjadinya reaksi kimia, lakukan percobaan berikut. Sebelumnya bentuklah kelompok yang terdiri 4 siswa; 2 laki-laki dan 2 perempuan.



## Kegiatan 6.2

**Tujuan:** Mengamati ciri-ciri perubahan kimia

**Alat dan Bahan:**

- Tabung reaksi
- Rak tabung reaksi
- Gelas ukur
- Larutan natrium hidroksida
- Larutan asam klorida

**Cara Kerja:**

1. Ambil larutan natrium hidroksida sebanyak 3 ml dan letakkan dalam tabung reaksi.
2. Ambil larutan asam klorida sebanyak 3 ml. Dengan menggunakan pipet tetes tuangkan larutan asam klorida ke tabung reaksi yang berisi larutan natrium hidroksida.
3. Amati dan catat perubahan-perubahan yang terjadi.

**Pertanyaan**

1. Bagaimanakah warna larutan setelah keduanya dicampur?
2. Bagaimanakah bau larutan setelah keduanya dicampur?
3. Nyatakanlah kesimpulanmu dalam buku kerjamu.



## Latihan

Setarakan persamaan reaksi kimia berikut.

1.  $\text{N}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{NH}_3$
2.  $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2$



## Rangkuman

1. Perubahan fisika adalah perubahan materi yang bersifat sementara dan tidak menghasilkan zat baru.
2. Perubahan kimia atau reaksi kimia adalah perubahan materi yang bersifat tetap dan menghasilkan zat baru.
3. Filtrasi adalah pemisahan campuran yang berdasarkan pada perbedaan ukuran partikel-partikel zat yang bercampur.
4. Pemisahan campuran dengan penguapan adalah pemisahan dengan cara dipanasi sehingga partikel pelarutnya menguap.

5. Distilasi adalah pemisahan campuran yang didasarkan pada perbedaan titik didih komponen zat yang bercampur.
6. Sublimasi adalah pemisahan campuran dengan cara menyublimkan komponen campuran.
7. Kromatografi adalah pemisahan campuran yang berdasarkan perbedaan kecepatan merambat antara partikel-partikel zat yang bercampur.
8. Ciri-ciri terjadinya reaksi kimia antara lain terjadi perubahan warna, gas, endapan, dan perubahan suhu.



## Tugas Proyek

### (Wawasan Kewirausahaan)

Rancanglah sebuah model alat distilasi sederhana. Sebutkan secara lengkap peralatan yang kamu pakai dan cara kerja alat hasil rancanganmu. Presentasikan model hasil rancanganmu di depan kelas.



## Refleksi

Apabila kamu sudah membaca isi bab ini dengan baik, seharusnya kamu sudah dapat mengerti tentang hal-hal berikut.

1. Perubahan fisika.
2. Pemisahan campuran.
3. Perubahan kimia dan ciri-cirinya.

Apabila masih ada materi yang belum kamu pahami, tanyakan kepada gurumu. Setelah paham, maka pelajarilah bab selanjutnya.



## Glosarium

<i>filtrat</i>	: materi hasil penyaringan.
<i>residu</i>	: materi sisa penyaringan.
<i>tawas</i>	: senyawa kimia yang digunakan sebagai penjernih air.
<i>fraksi</i>	: pecahan kecil
<i>fraksionasi</i>	: pemisahan campuran cairan melalui sistem distilasi.





**A. Pilihlah salah satu jawaban yang benar.**

1. Perubahan berikut yang termasuk perubahan kimia adalah ....
  - a. makanan menjadi basi
  - b. terjadinya air hujan
  - c. besi dipanaskan mencair
  - d. beras digiling menjadi tepung
2. Ada berbagai macam perubahan zat seperti berikut:
  1. Air laut menjadi awan.
  2. Ketela pohon dimasak dan ditambahkan ragi menjadi tapai.
  3. Larutan garam dapur dipanaskan menjadi kristal garam.
  4. Kedelai menjadi susu.
  5. Kristal iodium menyublim.Yang termasuk perubahan fisika adalah nomor ....
  - a. 1, 2, dan 3
  - b. 2, 3, dan 4
  - c. 3, 4, dan
  - d. 2, 3, dan 5
3. Biji jagung digiling sampai diperoleh tepung jagung. Perubahan yang terjadi ditunjukkan oleh ....
  - a. perubahan warna
  - b. perubahan ukuran
  - c. perubahan massa
  - d. perubahan volume
4. Pada suatu percobaan diperoleh hasil pengamatan sebagai berikut.
  - 1) Setelah dicampur terbentuk endapan dan terjadi perubahan warna.
  - 2) Timbul gelembung gas dan terjadi perubahan suhu.Berdasarkan hasil pengamatan tersebut, perubahan yang terjadi merupakan perubahan ....
  - a. kimia
  - b. biologi
  - c. fisika
  - d. massa
5. Zat berikut yang termasuk campuran homogen adalah ....
  - a. campuran air dan gula
  - b. campuran pasir, semen, dan air
  - c. sambal
  - d. aloi (paduan) logam
6. Pak Slamet sebagai pekerja bangunan sedang memisahkan pasir halus dari pasir kasar dan kerikil. Cara yang dilakukan Pak Slamet termasuk cara pemisahan campuran yang didasarkan pada ....
  - a. perbedaan massa
  - b. perbedaan ukuran pasir
  - c. perbedaan jumlah pasir
  - d. perbedaan jenis pasir
7. Pak Ardi ingin mendapatkan air murni dari air sumber. Cara tepat yang harus dilakukan Pak Ardi adalah ....
  - a. cara kristalisasi
  - b. cara filtrasi
  - c. cara distilasi
  - d. cara ekstraksi
8. Komponen warna tinta dapat dikenali dengan cara ....
  - a. kristalisasi
  - b. ekstraksi
  - c. filtrasi
  - d. kromatografi
9. Pengolahan air bersih dari air kotor dengan menggunakan saringan biasanya ada arang pada saringan. Fungsi arang adalah ....
  - a. menarik kotoran
  - b. membunuh kuman penyakit
  - c. mengendapkan kotoran
  - d. menarik dan menyerap bau dan warna
10. Sebelum penjernihan air perlu ditambahkan tawas. Tawas berfungsi untuk ....
  - a. menggumpalkan kotoran
  - b. menjernihkan dan menghilangkan
  - c. membunuh kuman penyakit
  - d. menghilangkan bau tak sedap



11. Untuk membunuh bakteri dan virus berbahaya pada penjernihan air perlu ditambahkan ....
  - a. tawas
  - b. kaporit
  - c. arang atau karbon aktif
  - d. gamping
12. Gas hidrogen dan oksigen bereaksi menghasilkan ....
  - a. air
  - b. karbon dioksida
  - c. air keras
  - d. belerang dioksida
13. Reaksi:  $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \longrightarrow 2\text{NH}_3$  mempunyai koefisien ....
  - a. 2, 3, dan 1
  - b. 1, 3, dan 2
  - c. 3, 2, dan 1
  - d. 2, 1, dan 3
14. Diketahui persamaan reaksi:
 
$$\text{Zn} + 2\text{HCl} \longrightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$$
 Pada persamaan reaksi tersebut yang merupakan pereaksi adalah ....
  - a. Zn dan  $\text{ZnCl}_2$
  - b. HCl dan  $\text{ZnCl}_2$
  - c. Zn dan HCl
  - d.  $\text{ZnCl}_2$  dan  $\text{H}_2$
15. Jika gamping dimasukkan dalam air terjadi gelembung dan tempatnya terasa panas. Peristiwa ini merupakan suatu bukti bahwa perubahan kimia ditandai dengan ....
  - a. terbentuknya endapan
  - b. terjadi perubahan warna
  - c. terjadi perubahan massa
  - d. terjadi kenaikan suhu

**B. Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan jelas.**

1. Sebutkan ciri-ciri yang menyertai pada perubahan kimia atau reaksi kimia.
2. Kelompokkan peristiwa (perubahan zat) berikut ke dalam perubahan fisika dan perubahan kimia.
  - a. Fotosintesis pada tumbuh-tumbuhan
  - b. Beras ketan menjadi tapai ketan
  - c. Kapur barus menyublim
  - d. Uap air (awan) mengembun
3. Bagaimana cara memisahkan garam dapur yang bercampur pasir?
4. Apa yang dimaksud pemisahan secara filtrasi?
5. Setarakan percamaan reaksi berikut.
  - a.  $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{HCl}$
  - b.  $\text{C}_2\text{H}_6 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
  - c.  $\text{N}_2 + \text{H}_2 \longrightarrow \text{NH}_3$
  - d.  $\text{SO}_2 + \text{O}_2 \longrightarrow \text{SO}_3$

## Bab 7

# GEJALA ALAM



Sumber: <http://image.google.com>

*Kita tinggal di alam kebendaan atau alam materi. Artinya, lingkungan alam kita berupa benda-benda yang dapat dirasakan dengan panca indra. Gunung berapi meletus merupakan gejala alam kebendaan yang dapat memengaruhi alam abiotik (tak hidup) dan alam biotik (hidup).*

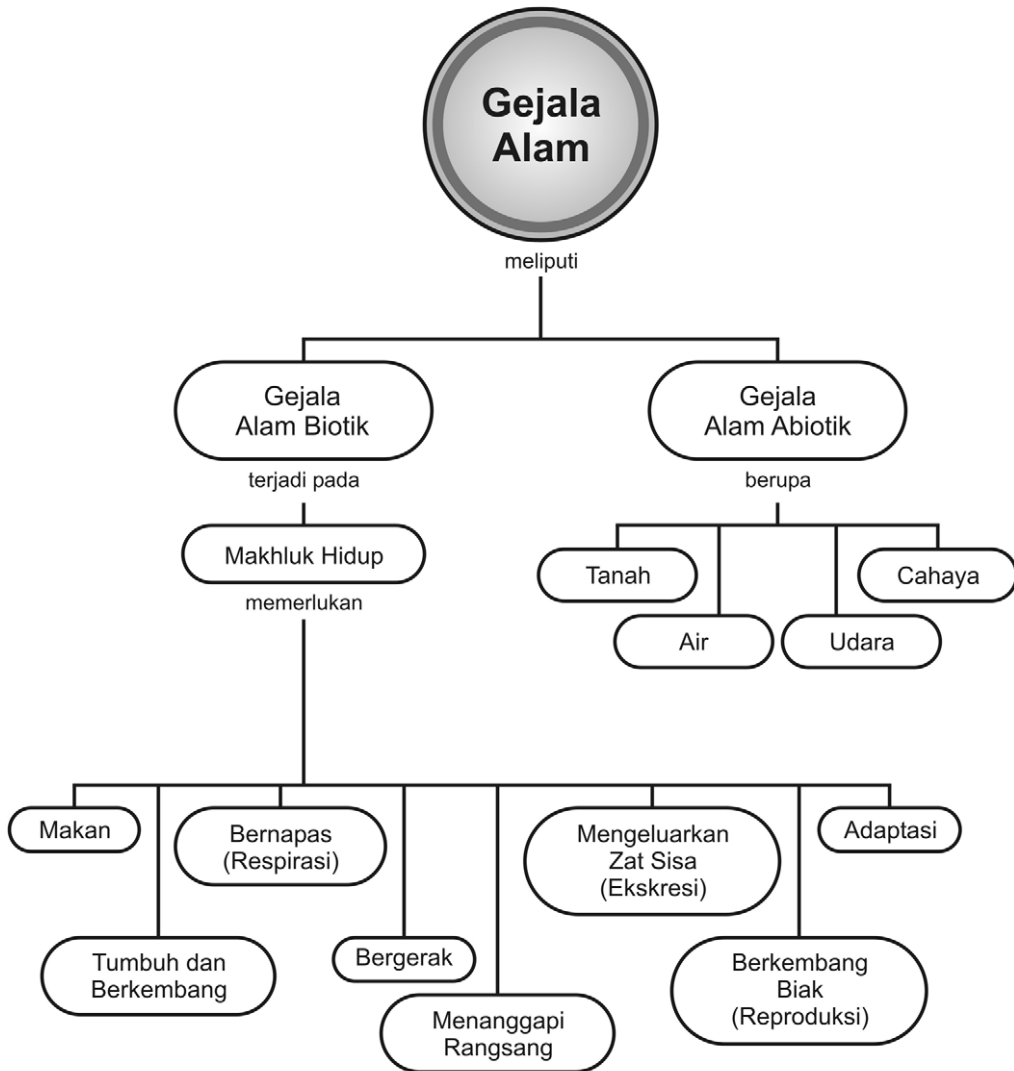
*Fenomena gejala alam abiotik dan alam biotik itu akan kamu pelajari pada bab ini. Pada bab ini kamu juga akan mempelajari keterkaitan antara kedua gejala alam tersebut.*

### ❖ Pretest ❖

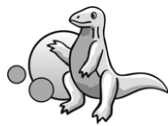
1. Bagaimanakah peranan air sebagai salah satu komponen abiotik?
2. Sebutkan tiga macam cara makhluk hidup untuk bertahan hidup yang menggambarkan gejala biotik.

### ❖ Kata-Kata Kunci ❖

- alam abiotik
- alam biotik
- alam kebendaan



Kamu sudah mempelajari benda atau zat yang dapat kamu indra. benda atau zat itu berada dalam ruang lingkup alam kebendaan. Di alam kebendaan itulah kamu tinggal bersama lingkunganmu. Lingkungan menyediakan cahaya, sarana untuk bernapas, dan permukaan tanah yang menopang berat tubuhmu, serta suhu lingkungan yang menjadikan tubuh tetap hangat. Hal-hal itu disebut komponen fisik lingkungan. Selain itu, kamu juga berinteraksi dengan orang lain serta berbagai macam makhluk hidup lain, seperti tumbuhan, hewan, bahkan bakteri yang beterbangan di udara. Semua makhluk hidup tersebut merupakan komponen biologi dari lingkungan.



## A. GEJALA ALAM ABIOTIK

Komponen fisik lingkungan yang berupa tanah, air, udara, dan cahaya disebut juga komponen abiotik. Komponen-komponen tersebut merupakan benda-benda tak hidup yang terdapat di sekitar makhluk hidup. Apakah peranan komponen abiotik terhadap makhluk hidup? Untuk menjawabnya cobalah kamu amati komponen-komponen abiotik di sekitarmu.

### 1. Tanah

Tanah mempunyai beberapa sifat fisik berupa tekstur, kematangan, dan kemampuan menahan air. Adapun sifat kimia tanah, antara lain keasaman ( $pH$ ) dan kandungan unsur hara.

Gejala alam yang dapat kamu amati di tanah, antara lain berhubungan dengan sifat-sifat fisik dan kimia tanah. Perubahan pada sifat-sifat tersebut akan menunjukkan terjadinya gejala alam yang dapat diukur secara kuantitas atau secara kualitas. Perubahan yang dapat terukur secara kuantitas, misalnya perubahan nilai keasaman ( $pH$ ). Adapun perubahan yang terukur secara kualitas, antara lain tekstur dan warna tanah.

### 2. Air

Air merupakan komponen abiotik yang sangat berperan penting di dalam proses metabolisme atau pertukaran zat pada makhluk hidup.

Air mempunyai berbagai macam sifat yang dapat memengaruhi kehidupan makhluk hidup. Sifat-sifat air, antara lain keasaman ( $pH$ ), salinitas (kadar garam), uap air, penguapan, kedalaman air, suhu, dan kandungan material padat yang terlarut di dalamnya.

Berbagai perubahan yang terjadi pada bentuk fisik dan sifat kimia air dapat diamati dan diukur, baik secara kualitatif maupun secara kuantitatif. Perubahan fisik air dari bentuk padat, cair, dan gas merupakan salah satu contoh gejala alam yang menarik. Perubahan bentuk dipengaruhi suhu lingkungan. Suhu memenga-

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:  
*membandingkan gejala alam kebendaan dan kejadian pada objek abiotik melalui pengamatan.*



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ **Gambar 7.1** Air diperlukan oleh semua makhluk hidup untuk proses metabolisme

ruhi komposisi dan struktur molekul air sehingga air mempunyai berbagai bentuk fisik yang berbeda.

### 3. Udara

Udara di sekitar kita mengandung berbagai macam unsur dalam bentuk gas, antara lain oksigen, nitrogen, dan karbondioksida. Setiap unsur berperan dalam kehidupan makhluk hidup. Unsur nitrogen berperan dalam proses pembentukan protein, dan oksigen berperan sebagai bahan baku reaksi oksidasi di dalam tubuh. Adapun karbon dioksida merupakan bahan baku proses fotosintesis bagi tumbuhan.

Sifat-sifat fisik udara yang memengaruhi kehidupan, antara lain kelembapan, suhu, dan tekanan udara.

### 4. Cahaya

Cahaya matahari merupakan sumber energi utama di bumi. Satu-satunya makhluk hidup yang mampu menangkap energi matahari secara langsung adalah tumbuhan hijau. Oleh tumbuhan hijau, sinar matahari digunakan dalam proses fotosintesis. Pada proses itulah terbentuk zat makanan dalam bentuk karbohidrat/zat tepung melalui proses fotosintesis. Sebagian besar makhluk hidup mendapatkan energi dari sinar matahari secara tidak langsung dengan cara memakan tumbuhan atau memakan hewan lain yang makanannya berupa tumbuhan.

Adanya cahaya matahari lah yang menyebabkan kita dapat melihat suatu benda. Cobalah kamu terpejam sejenak. Apa yang kamu lihat jika tidak ada cahaya matahari? Itulah pentingnya matahari bagi makhluk hidup.



#### Latihan

1. Sebutkan empat komponen pembentuk lingkungan abiotik.
2. Air mempunyai berbagai macam sifat yang dapat memengaruhi kehidupan makhluk hidup. Sebutkan sifat-sifat air tersebut.
3. Karbon dioksida merupakan salah satu unsur penyusun udara. Apakah fungsi karbon dioksida bagi makhluk hidup terutama tumbuhan?
4. Apakah fungsi cahaya matahari bagi tumbuhan hijau?

#### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:  
*membandingkan gejala alam kebendaan dan kejadian pada objek biotik melalui pengamatan.*



#### B. GEJALA ALAM BIOTIK

Semua makhluk hidup melakukan berbagai cara untuk bertahan hidup, antara lain memerlukan makanan untuk tumbuh, berkembang, bernapas, bergerak, menanggapi rangsang, mengeluarkan zat sisa, berkembang biak, dan beradaptasi. Keperluan makhluk hidup itu dapat kamu amati.

## 1. Memerlukan Makanan

Semua organisme memerlukan makanan. Makan berarti memasukkan suatu zat ke dalam tubuh yang dapat digunakan sebagai sumber energi dan membangun tubuh. Makanan dicerna dengan sistem pencernaan. Hewan mendapatkan makanan secara mudah, seperti yang kita amati sehari-hari. Adapun tumbuhan dapat membuat makanan sendiri melalui proses fotosintesis.

## 2. Tumbuh dan Berkembang

Makhluk hidup, seperti manusia pada dasarnya berubah menjadi besar dan bertambah beratnya. Makhluk hidup yang lain berubah bentuk agar lebih lengkap dengan berbagai tahap, seperti kupu-kupu. Tumbuhan mulai hidup dari sebuah bibit yang berkecambah. Bibit akan tumbuh menjadi sebuah tanaman.

## 3. Bernapas (Respirasi)

Tubuh manusia mendapat energi/tenaga dari glukosa. Glukosa merupakan karbohidrat sederhana yang kaya energi. Glukosa biasanya dipecahkan melalui pernapasan (respirasi) yang memerlukan oksigen. Proses ini menyerap jumlah energi maksimum dari setiap molekul glukosa dan mengeluarkan karbon dioksida serta air sebagai sisanya.

## 4. Bergerak

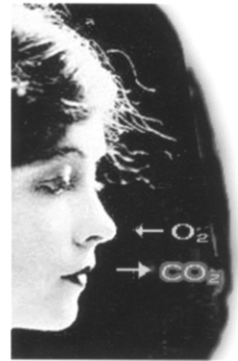
Gerakan pada hewan dan tumbuhan berbeda. Beberapa hewan bergerak sangat cepat dan efisien. Gerakan pada hewan berhubungan dengan mencari makanan, melarikan diri dari pemangsa, dan menemukan pasangan. Adapun gerakan pada tumbuhan sangat lambat dan kadang sukar diamati. Gerakan itu terjadi akibat adanya rangsangan, misalnya menutupnya daun putri malu akibat terkena sentuhan.

## 5. Menanggapi Rangsang

Makhluk hidup dapat merasakan sesuatu di sekelilingnya dengan alat indra yang dimilikinya. Keperluan makhluk hidup menanggapi rangsangan disebut iritabilitas. Mereka harus mampu menangkap atau merasakan sesuatu rangsangan, seperti cahaya, suara, rasa, dan sentuhan, dan kemudian melakukan tanggapan/respon atau bereaksi terhadapnya.

## 6. Mengeluarkan Zat Sisa (Ekskresi)

Semua sel memproduksi zat sisa, beberapa di antaranya bersifat racun. Zat sisa tersebut harus dikeluarkan agar tidak meracuni tubuh. Zat-zat tersebut merupakan zat sisa metabolisme di dalam sel. Proses pengeluaran zat sisa dari dalam tubuh makhluk hidup disebut ekskresi.



Sumber: *Ensiklopedi Umum untuk Pelajar*, 2005

▲ **Gambar 7.2** Bernapas memerlukan oksigen ( $O_2$ ) dan mengeluarkan karbondioksida ( $CO_2$ )



Sumber: *Ensiklopedi Umum untuk Pelajar*, 2005

▲ **Gambar 7.3** Makhluk hidup berkembang biak untuk mempertahankan jenisnya

## 7. Berkembang Biak (Reproduksi)

Makhluk hidup mempunyai kemampuan untuk memproduksi jenisnya sendiri. Manusia, sapi, dan serangga semuanya mempunyai anak. Anak-anak itu akan berkembang menjadi dewasa. Pohon menghasilkan biji dan pada akhirnya biji akan menjadi pohon kembali. Benda mati tidak mempunyai sifat ini.

## 8. Adaptasi

Kemampuan makhluk hidup melakukan penyesuaian terhadap lingkungannya disebut adaptasi. Adaptasi bertujuan untuk mempertahankan hidup. Makhluk hidup yang tidak bisa beradaptasi akan punah, sedangkan yang mampu beradaptasi akan tetap lestari.



### Latihan

1. Mengapa makhluk hidup memerlukan makanan? Jelaskan fungsi makanan bagi makhluk hidup.
2. Bagaimanakah proses pertumbuhan pada makhluk hidup?
3. Jelaskan perbedaan gerak pada tumbuhan dan hewan.
4. Mengapa makhluk hidup mengeluarkan zat sisa? Jelaskan.



### Rangkuman

1. Komponen fisik lingkungan yang berupa tanah, air, udara, dan cahaya disebut komponen abiotik.
2. Tanah merupakan tempat hidup bagi seluruh makhluk hidup. Dalam tanah terdapat unsur-unsur hara yang sangat diperlukan oleh tumbuhan.
3. Semua makhluk hidup membutuhkan air untuk proses metabolisme. Air juga berfungsi sebagai tempat tinggal bagi sebagian makhluk hidup, misalnya ikan.
4. Udara mengandung berbagai macam unsur dalam bentuk gas, antara lain oksigen, nitrogen, dan karbon dioksida. Oksigen berperan sebagai bahan baku reaksi oksidasi di dalam tubuh. Nitrogen berperan dalam proses pembentukan protein. Adapun karbon dioksida merupakan bahan baku proses fotosintesis bagi tumbuhan.
5. Cahaya matahari merupakan sumber energi utama di bumi. Tumbuhan hijau menangkap dan menggunakan cahaya matahari untuk membentuk karbohidrat/zat tepung melalui proses fotosintesis.

6. Makhluk hidup melakukan proses kehidupan untuk bertahan hidup. Proses-proses kehidupan meliputi memerlukan makanan, bernapas, tumbuh dan berkembang, bergerak, menanggapi rangsang, mengeluarkan zat sisa dan berkembang biak. Seluruh proses-proses kehidupan di atas termasuk dalam gejala alam biotik.



## Refleksi

Setelah mempelajari mengenai Gejala Alam Biotik dan Abiotik, tentunya kamu sudah memahami dan dapat menjelaskan kembali tentang:

1. Gejala Alam Abiotik
2. Gejala Alam Biotik

Apabila ada hal-hal yang belum sepenuhnya kamu pahami, cobalah pelajari kembali materi di atas secara cermat. Untuk lebih memantapkan pemahamanmu, carilah materi pendukung melalui buku referensi, artikel, maupun internet.



## Glosarium

<i>anorganik</i>	: terdiri atas benda tak hidup
<i>molekul</i>	: bagian terkecil senyawa yang terbentuk dari kumpulan atom yang terikat secara kimia
<i>oksidasi</i>	: penggabungan suatu zat dengan oksigen
<i>organik</i>	: berkaitan dengan zat yang berasal dari makhluk hidup
<i>salinitas</i>	: kadar garam



## Uji Kompetensi

**Kerjakan soal-soal berikut di buku kerjamu.**

### A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Tanah, air, dan udara termasuk komponen ....
  - a. biotik
  - b. abiotik
  - c. litoral
  - d. akuatik
2. Berikut ini termasuk sifat fisik tanah, *kecuali* ....
  - a. kandungan unsur hara
  - b. kemampuan menahan air
  - c. tekstur
  - d. kematangan



3. Berikut ini termasuk sifat kimia tanah adalah ....
  - a. kematangan dan kemampuan menahan air
  - b. tekstur dan kandungan unsur hara
  - c. kematangan dan keasaman (*pH*)
  - d. keasaman (*pH*) dan kandungan unsur hara
4. Dalam proses metabolisme makhluk hidup memerlukan ....
  - a. tanah                      c. air
  - b. cahaya                    d. udara
5. Berikut ini sifat-sifat air yang dapat memengaruhi kehidupan makhluk hidup, *kecuali* ....
  - a. salinitas
  - b. BOD
  - c. kandungan material yang terlarut
  - d. kandungan unsur hara
6. Unsur udara yang berperan dalam proses fotosintesis tumbuhan hijau adalah ....
  - a. nitrogen                  c. hidrogen
  - b. oksigen                    d. karbon dioksida
7. Untuk membentuk energi dan membangun tubuh, makhluk hidup ....
  - a. melakukan gerak
  - b. mengeluarkan zat sisa (ekskresi)
  - c. menanggapi rangsang
  - d. memerlukan makanan
8. Makhluk hidup dapat merasakan sesuatu di sekelilingnya karena makhluk hidup mempunyai kemampuan ....
  - a. bergerak
  - b. menanggapi rangsang
  - c. bernapas
  - d. berkembang biak
9. Agar tidak meracuni tubuh makhluk hidup mengeluarkan zat sisa. Proses pengeluaran zat sisa dari dalam tubuh disebut ....
  - a. iritabilitas
  - b. ekskresi
  - c. bernapas
  - d. berkembang biak
10. Untuk mempertahankan jenisnya agar tidak punah, makhluk hidup melakukan ....
  - a. ekskresi                  c. iritabilitas
  - b. reproduksi                d. respirasi

**B. Jawablah soal-soal berikut dengan singkat dan tepat.**

1. Jelaskan peranan tanah bagi makhluk hidup.
2. Jelaskan peranan unsur-unsur udara berikut.
  - a. Oksigen
  - b. Nitrogen
  - c. Karbon dioksida
3. Mengapa tumbuhan dan makhluk hidup yang lain tidak dapat hidup tanpa cahaya/sinar matahari? Jelaskan.
4. Apakah fungsi bernapas bagi makhluk hidup?
5. Apakah yang dimaksud ekskresi? Jelaskan peranan ekskresi bagi makhluk hidup.

## Bab 8

# PENGAMATAN ILMIAH



Sumber: *Ensiklopedi Umum untuk Pelajar*, 2005

*Dalam mempelajari alam, informasi-informasi diperoleh dari hasil pengamatan (observasi), gambaran (deskripsi), dan pengukuran. Seluruh kegiatan itu terangkum dalam eksperimen yang dilakukan para peneliti. Para peneliti melakukan eksperimen untuk mendapatkan jawaban tentang mengapa dan bagaimana sesuatu itu dapat terjadi.*

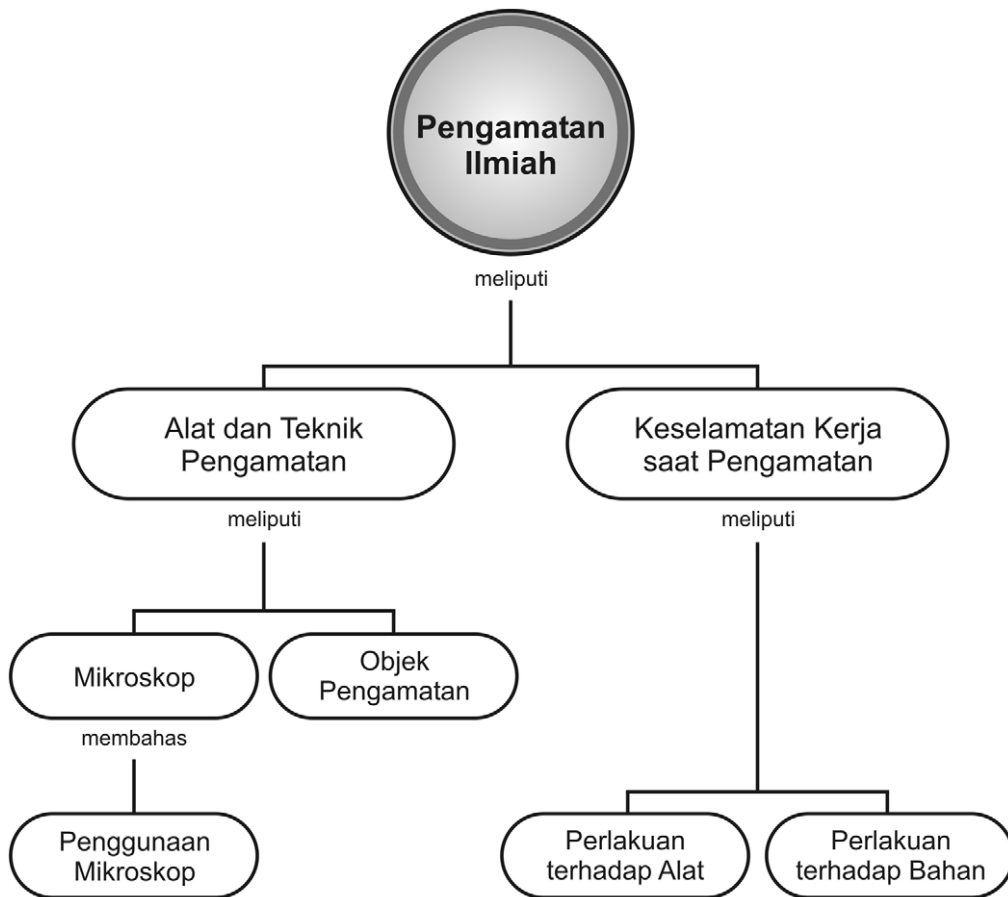
*Fenomena para peneliti mengungkap rahasia alam akan kamu pelajari pada bab ini. Pada bab ini kamu akan mempelajari tentang alat dan teknik untuk mengamati gejala-gejala alam dan keselamatan kerja dalam melakukan pengamatan gejala-gejala alam.*

### ❖ Pretest ❖

1. Sebutkan syarat yang harus dipenuhi oleh seorang peneliti yang baik
2. Apakah fungsi berbagai macam alat dalam pengamatan?
3. Sebutkan beberapa tips untuk keselamatan kerja di laboratorium.

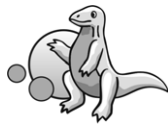
### ❖ Kata-Kata Kunci ❖

- observasi (pengamatan)
- mikroskop
- spesimen
- preparat



Pernahkah kamu mengamati sebuah benda? Indra apa sajakah yang kamu gunakan saat melakukan pengamatan itu? Observasi (pengamatan) merupakan kegiatan untuk mendapatkan sesuatu informasi yang berasal dari lingkungan sekitar, baik berupa gejala alam maupun gejala-gejala yang lain. Gejala alam dapat ditangkap melalui pengamatan oleh mata, penciuman oleh hidung, pendengaran oleh telinga, perabaan oleh tangan, dan pengecapan oleh lidah. Melalui indra kita dapat melihat warna, wujud, bentuk, bau, rasa, kasar dan halus, serta bunyi-bunyian.

Kemampuan indra manusia sangat terbatas. Selain itu, manusia sangat subjektif dalam memberikan penilaian terhadap sesuatu. Oleh karena itu, para peneliti membutuhkan bantuan berbagai macam alat untuk membantu kemampuan pengamatan.



## A. ALAT DAN TEKNIK UNTUK MENGAMATI GEJALA ALAM

Kegiatan kerja ilmiah yang sering kita lakukan adalah pengamatan. Untuk mengamati objek yang sangat kecil, misalnya struktur penyusun tubuh hewan dan tumbuhan, kita membutuhkan bantuan mikroskop atau lup.

Mikroskop sederhana pertama kali ditemukan oleh Anthony Van Leeuwenhoek, hanya mampu memperbesar objek dalam satu tingkat dengan sistem satu lensa. Mikroskop yang banyak dipakai untuk penelitian saat ini adalah mikroskop majemuk. Mikroskop majemuk mempunyai dua lensa yang terpisah, yaitu lensa objektif dan lensa okuler. Setelah pengetahuan makin berkembang ditemukan mikroskop binokuler, mikroskop gelap terang, mikroskop fase kontras, dan mikroskop elektron.

### 1. Bagian-Bagian Mikroskop

Dapatkah kamu menyebutkan bagian-bagian mikroskop? Pada bagian ini, kita akan lebih mengenal bagian-bagian mikroskop majemuk. Pada dasarnya, mikroskop mempunyai tiga bagian utama, yaitu optik, penerangan (*iluminasi*), dan mekanis.

#### a. Bagian Optik

Mikroskop majemuk memiliki bagian utama yang berupa lensa untuk membesarkan objek pengamatan, yaitu lensa okuler dan lensa objektif. Lensa okuler adalah lensa yang berdekatan dengan mata pengamat atau lubang pengintai. Lensa objektif adalah lensa yang terdekat dengan spesimen/objek pengamatan.

Lensa okuler berada di ujung tabung mikroskop bagian atas, memiliki kekuatan untuk memperbesar objek 5x atau 10x. Adapun,

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:

- mengenal bagian-bagian mikroskop;
- menggunakan mikroskop dengan benar (*mengatur fokus, pencahayaan, menemukan objek mikroskopis*).



Sumber: *Kamus Visual*, 2004

▲ Gambar 8.1 Berbagai macam mikroskop

lensa objektif yang terletak di lempengan/cakram, yaitu lensa 16 mm yang memiliki pembesaran 10x (kekuatan terendah), lensa 4 mm dengan perbesaran 40x sampai 45x, dan lensa celup minyak 1,8 mm (*oil immersion lensa*) dengan perbesaran 97 sampai 100x. Angka dalam satuan milimeter menyatakan jarak fokus (*focal length*), yaitu jarak dari titik pusat lensa terhadap titik fokus. Makin pendek jarak fokus, makin besar lubang diafragma.

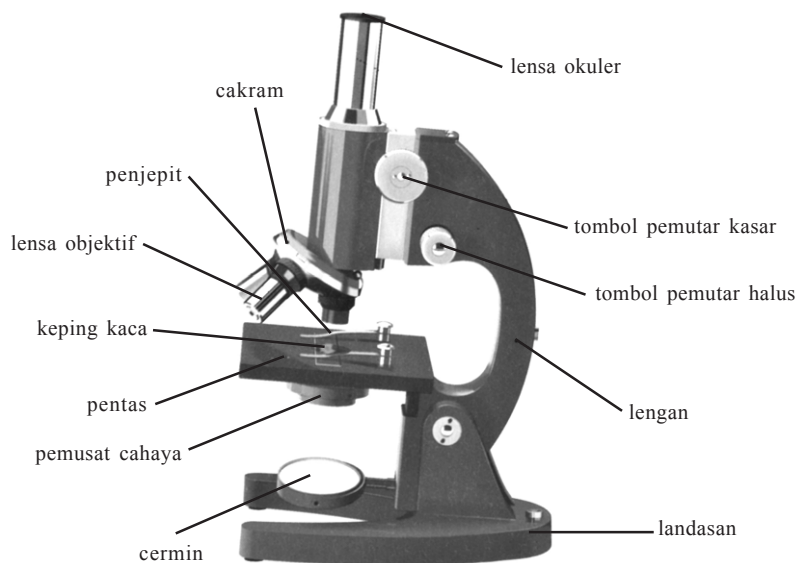
### b. Bagian Penerangan

Bagian penerangan mikroskop dapat berupa cermin, kondensor, dan lampu. Cermin berfungsi untuk mengatur arah cahaya, menangkap cahaya, dan memantulkannya ke mata pengamat. Cermin terdapat pada mikroskop yang memakai sumber cahaya matahari atau lampu ruangan (lampu belajar). Saat ini, sudah terdapat mikroskop yang dilengkapi sumber lampu dari dasar.

Kondensor (diafragma iris) atau lempeng/pupil diafragma merupakan bagian mikroskop yang berperan untuk mengatur banyak sedikitnya cahaya yang masuk tabung.

### c. Bagian Mekanis

Bagian mekanis mikroskop berupa landasan berat yang berupa pilar penyangga tegak (bagian bawah mikroskop), lengan melengkung (tangkai), dan mimbar atau meja mikroskop yang disebut pentas. Pada pentas terdapat penjepit untuk mengokohkan kedudukan slide. Di bawah pentas terdapat sambungan inklinasi untuk memiringkan pentas agar nyaman ketika diamati. Mikroskop memiliki pemutar kasar dan pemutar halus. Pemutar kasar dipakai untuk menggerakkan tabung agar naik dan turun dengan cepat, sedangkan pemutar halus berfungsi sebaliknya.



Sumber: *Kamus Visual*, 2004

▲ **Gambar 8.2** Bagian-bagian mikroskop

## 2. Menggunakan Mikroskop

### a. Mengatur Letak Mikroskop

- 1) Mikroskop diletakkan dengan hati-hati di atas meja yang terjangkau badan pengamat (tidak terlalu ke tepi atau ke tengah).
- 2) Mikroskop diatur kemiringannya (jika perlu) dengan memutar sambungan inklinasi. Hal itu bermaksud agar pengamat nyaman melakukan pengamatan dalam waktu yang lama.

### b. Mengatur Pencahayaannya

- 1) Mikroskop dengan sumber cahaya matahari, lebih baik digunakan di meja dekat jendela. Jangan meletakkan mikroskop di bawah sinar matahari langsung.
- 2) Mikroskop dengan sumber cahaya lampu dari luar dipakai dengan memasang lampu 15 cm di muka mikroskop.
- 3) Mikroskop dengan sumber cahaya tetap di dasar alat lebih mudah digunakan dengan cara memencet tombol untuk menyalakan lampu.
- 4) Banyak sedikitnya cahaya yang masuk ke mata pengamat dan untuk menerangi objek diatur dengan memutar tombol pengatur diafragma. Makin lebar lubang diafragma, makin banyak jumlah cahaya yang masuk, begitu juga sebaliknya.

### c. Menemukan Objek

- 1) Letakkan slide/preparat (sediaan bahan/spesimen) di atas meja mikroskop, tepat di atas lubang. Jepitlah slide dengan penjepit. Pada saat itu, posisi tabung berada pada jarak terjauh dengan meja mikroskop.
- 2) Pasanglah dengan tepat sampai terdengar bunyi “klik”.
- 3) Turunkan tabung sampai berjarak 1 cm dari atas objek dengan pemutar kasar. (Ketika melakukan hal ini, jangan mengintai pada lensa okuler lebih dahulu).
- 4) Tempatkan lampu di depan cermin, jika memakai sumber cahaya dari luar. Tempatkan mikroskop dekat jendela, jika memakai cahaya matahari. Nyalakan tombol untuk menyalakan lampu, jika mikroskop sudah dipasang lampu.
- 5) Aturlah banyaknya cahaya yang masuk dengan membuka diafragma iris dan mengatur cermin (jika perlu).
- 6) Lihatlah melalui lubang pengamat. Carilah objek yang jelas dengan memutar tombol pemutar halus naik atau turun.
- 7) Setelah didapatkan objek dengan bidang pandang yang jelas, putarlah cakram mikroskop untuk mengarahkan lensa objektif perbesaran kuat tepat di atas objek.
- 8) Agar diperoleh pandangan yang jelas, atur kembali melalui pemutar halus, sambil mengamati melalui lubang pengintai.

#### Radar Sains

Beberapa masalah dapat terjadi pada saat pemakaian mikroskop. Suatu saat, objek yang kita amati tampak berkelauan dan muncul di bidang penglihatan cincin berwarna. Hal itu disebabkan adanya penyinaran yang terlampaui terang. Penanganan yang dapat kita lakukan adalah mengurangi intensitas cahaya, memakai filter di depan lampu, atau memindahkan lampu lebih jauh dari cermin.



Sumber: <http://google.com>

▲ **Gambar 8.3** Seorang peneliti sedang mencari objek pengamatan

### Radar Sains

*Preparat yang baik akan memberikan hasil pengamatan yang jelas. Hal itu tampak jika tidak ada gelembung udara yang mengganggu pandangan. Air yang berlebihan di atas kaca penutup juga mengganggu pandangan. Air dapat dikurangi dengan menyerapnya memakai kertas lensa, tetapi jangan terlalu banyak. Kekurangan air juga akan membuat slide jelek. Slide yang kekurangan air dapat ditambahkan air dengan cara meneteskan setetes air memakai pipet di sisi kaca penutup.*

### 3. Menyiapkan Preparat

Objek-objek mikroskopis (berukuran kecil) dapat langsung diamati di bawah mikroskop. Namun, untuk objek makroskopis (berukuran besar) kamu harus mengambil sebagian dari objek itu. Objek yang diamati itu selanjutnya diwujudkan dalam sebuah preparat.

Preparat (*spesimen*) merupakan sediaan bahan yang akan diamati. Preparat dibagi menjadi dua, yaitu preparat basah dan preparat kering. Pembuatan preparat membutuhkan alat berupa kaca benda (*slide*), kaca penutup, objek pengamatan, dan medium. Medium yang dipakai disesuaikan dengan tujuannya, antara lain air, cairan pewarna, atau gliserin. Air dipakai sebagai medium bagi mikroorganisme air yang ingin diamati gerakannya. Pewarna dipakai sebagai medium bagi objek yang ingin diamati bagian-bagiannya. Jenis pewarna disesuaikan dengan kebutuhan. Bagian jaringan yang akan diamati sajalah yang diharapkan akan menyerap pewarna tertentu dan memberikan warna kontras dengan struktur lain di sekelilingnya.

Gliserin dipakai sebagai medium untuk mengamati objek yang akan diperbesar dengan lensa berkekuatan tinggi. Medium yang ditetaskan di atas kaca benda tidak terlalu banyak atau terlalu sedikit, cukup untuk menenggelamkan objek.

Spesimen dibuat dengan mengiris bahan setipis mungkin, melintang atau membujur. Spesimen diletakkan di atas kaca benda tepat di tengah dengan memakai pinset. Di atas spesimen, ditetesi medium dengan memakai pipet. Selanjutnya, spesimen ditutup dengan kaca penutup. Salah satu sisi kaca ditekan perlahan dengan jari, sedangkan sisi yang lain diturunkan perlahan-lahan dengan jarum. Untuk lebih memahami pembuatan preparat, lakukan kegiatan berikut. Sebelumnya bentuklah kelompok yang terdiri atas 4 siswa, 2 laki-laki dan 2 perempuan.





## Kegiatan 8.1

**Tujuan:** Memahami pembuatan preparat tumbuhan dan preparat mikroorganisme

### Alat dan Bahan

1. Batang tumbuhan yang lunak
2. Cutter/silet
3. Mikroskop
4. Air kolam
5. Air rendaman jerami
6. Air selokan

### Cara Kerja

#### A. Membuat Preparat Tumbuhan

1. Potonglah ujung batang tumbuhan yang lunak (batang muda) dengan diameter kurang dari 5 cm.
2. Batang diiris dengan silet atau *cutter* tajam secara melintang.
3. Hasil irisan diletakkan di kaca objek dan ditetesi dengan air dan pewarna.
4. Tutup bagian atas kaca objek dengan kaca penutup. Isaplah kelebihan air dengan kertas isap.
5. Amati lebih dahulu dengan perbesaran lemah, kemudian dengan perbesaran kuat.
6. Gambarlah hasil pengamatanmu.

#### B. Membuat Preparat Mikroorganisme

1. Ambillah air kolam dan teteskan air pada kaca penutup.
2. Letakkan kaca penutup dengan posisi terbalik (tetesan air di bagian bawah) tepat di atas bagian tengah kaca objek yang cekung.
3. Amati dengan perbesaran lemah lebih dahulu, kemudian dilanjutkan menggunakan perbesaran kuat.
4. Gambarlah beberapa mikroorganisme yang kamu temukan serta tuliskan ciri-ciri dan cara Bergeraknya.
5. Ambil beberapa sampel mikroorganisme dari beberapa sumber, misalnya air rendaman jerami dan selokan. Selanjutnya, lakukan urutan kerja seperti di atas.



## Latihan

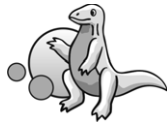
1. Sebutkan beberapa jenis mikroskop yang kamu ketahui.
2. Sebutkan fungsi bagian-bagian mikroskop yang berhubungan dengan penerangan.
3. Apakah yang dimaksud insektarium?
4. Bagaimana cara membuat preparat basah?



## Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:

- ☛ *memegang, membawa, dan memperlakukan alat dan bahan secara aman;*
- ☛ *mendeskrripsikan bahan-bahan yang berbahaya dan yang dapat menimbulkan penyakit;*
- ☛ *mengidentifikasi simbol-simbol dalam laboratorium.*



## B. KESELAMATAN KERJA

Setiap melakukan aktivitas/kegiatan pasti ada risikonya. Begitu juga dalam melakukan penelitian. Bagaimanakah cara memperkecil risiko dalam melakukan penelitian tersebut? Untuk itu prinsip keselamatan kerja perlu ditanamkan dalam setiap kegiatan penelitian. Langkah-langkah keselamatan kerja dalam kegiatan penelitian sebagai berikut.

### 1. Membawa dan Memperlakukan Alat dan Bahan secara Aman

#### a. Mikroskop

- 1) Mikroskop dibawa dengan posisi tegak. Pegang tangkainya dengan satu tangan dan tangan yang lain menyangga dasarnya.
- 2) Mikroskop diletakkan dengan hati-hati di atas meja. Jangan diayun, dilambungkan, atau digetarkan saat diletakkan karena dapat merusak bagian-bagiannya.
- 3) Saat ingin memindah, jangan digeser dengan menyeret salah satu bagian, karena akan melepaskannya. Angkat dan pindahkan dengan hati-hati.
- 4) Mikroskop yang tidak dipakai disimpan dalam kotak dan ditutup plastik lebih dahulu. Saat menyimpan, lensa objektif dipasang dalam keadaan berkekuatan rendah.
- 5) Jangan mendekatkan lensa objektif ke kaca benda dengan pemutar kasar saat mata mengintip karena tabung akan menekan lensa tanpa disengaja dan dapat memecahkannya.

#### b. Melihat Isi Tabung Reaksi

Ketika memasukkan zat asam atau zat korosif, lihatlah melalui sisi gelas. Hal itu untuk menghindarkan mata dari percikan zat. Melihat melalui mulut tabung sangat berbahaya.

#### c. Pemanasan Zat dalam Tabung Reaksi

- 1) Pada saat memanasi zat dalam tabung, tabung dijepit dengan penjepit.
- 2) Agar tabung tidak pecah karena pemanasan mendadak yang tidak merata, jauhkan dan dekatkan tabung reaksi berulang-ulang sampai panas merata.
- 3) Panaskan bagian bawah tabung reaksi di bagian atas api.
- 4) Jauhkan mulut tabung ke tempat yang aman, yaitu jauh dari orang dan peralatan serta zat-zat berbahaya lain. Agar percikan zat dan asapnya tidak mengganggu.

#### d. Mengelola Bahan Kimia

Beberapa cara untuk menghindari kecelakaan terhadap penggunaan bahan kimia antara lain adalah sebagai berikut.

- Gunakan spatula untuk mengambil bahan kimia yang bentuknya padat. Hindari kontak langsung dengan tangan.
- Bacalah tabel pada wadah dan pastikan pengambilan bahan kimia sesuai kebutuhan.
- Perhatikan cara memindahkan bahan kimia dari wadah satu ke wadah lain. Misalnya, pada saat mengambil bahan kimia dengan pipet tetes jangan sampai tumpah.
- Pastikan selalu memakai kaca mata pengaman dalam kegiatan.
- Untuk siswa perempuan berambut panjang, ikatlah rambutmu ketika memanaskan zat kimia.
- Jangan mencium secara langsung bahan kimia yang akan digunakan. Kalau ingin mencium kipas-kipaslah secara perlahan-lahan ke arah hidung.
- Jangan mengembalikan zat sisa hasil kegiatan ke dalam botol stok.

## 2. Bahan yang Berbahaya dan Dapat Menimbulkan Penyakit

### a. Bahan yang Mudah Meledak dan Terbakar

Bahan yang mudah meledak (*eksplosif*) dan terbakar sebaiknya disimpan pada tempat yang teduh, jauh dari panas dan api. Sebaiknya, bahan-bahan tersebut diperlakukan dengan hati-hati, jangan sampai bergesekan atau berguncang. Bahan yang *eksplosif* lebih aman disimpan dalam keadaan basah. Beberapa contoh bahan yang mudah meledak, antara lain nitrogen cair, asam pekat, dan amonium dikromat. Bahan yang mudah terbakar, misal eter, aseton, dan senyawa alkohol. Beberapa bahan yang *oksidatif* (cepat terbakar), misalnya natrium oksalat.



Sumber: <http://google.com>

▲ Gambar 8.4 Simbol bahan yang mudah meledak dan mudah terbakar.

### b. Bahan yang Beracun dan Berbahaya

Bahan yang beracun akan berbahaya bagi tubuh, jika masuk ke dalam tubuh. Hal itu dapat terjadi dengan terisap melalui hidung atau terserap dalam kulit. Bahkan, sangat berbahaya, jika termakan atau terminum. Oleh karena itu, berhati-hatilah saat bekerja menggunakan zat-zat beracun tersebut. Jangan memakai tangan secara langsung untuk mengambil atau memindahkan zat-zat kimia, walaupun zat-zat itu tidak beracun. Karena, zat yang sudah memasuki tubuh di atas ambang batas juga berbahaya bagi tubuh. Jangan mengisap zat kimia secara langsung memakai mulut, tetapi gunakan pipet, walaupun hanya berupa air. Pakailah pipet tetes untuk mengambil atau memindah zat cair. Pakailah spatula atau sendok plastik untuk memindah atau mengambil zat kimia berbentuk padat. Jangan mencium zat kimia secara langsung. Pakailah penutup hidung ketika bekerja dengan zat berbahaya atau saat mereaksikan dan membakar suatu bahan. Kegiatan yang dapat menimbulkan asap



Keracunan  
berbahaya

Sumber: <http://google.com>

▲ Gambar 8.5 Simbol bahan yang beracun dan berbahaya

berbahaya dalam lemari asam. Bahan-bahan yang beracun dapat berasal dari zat kimia, antara lain asam sianida (HCN) dan zat karsinogenik, misal benzidin (bersifat karsinogenik). Bahan-bahan beracun juga dapat ditimbulkan oleh makhluk hidup yang menjadi objek pengamatan, misal biji jarak, serbuk sari bunga, sengat serangga, dan mikroorganisme penyebab penyakit.



Bahaya  
korosi

Sumber: <http://google.com>

▲ Gambar 8.6 Simbol bahan yang bersifat korosi



Sumber: <http://google.com>

▲ Gambar 8.7 Simbol bahan yang bersifat radioaktif

### c. Bahan yang Merusak (Korosif dan Kaustik)

Beberapa bahan kimia harus diperlakukan hati-hati karena jika terkena kulit atau bahan lain dapat merusak (bereaksi). Bahan yang bersifat korosif dapat merusak logam-logam, sedangkan bahan yang kaustik dapat merusak kulit atau bahan pakaian. Oleh karena itu, pakailah pakaian kerja laboratorium dan alat-alat pengaman, seperti kaca mata, sarung tangan, dan penutup hidung. Jagalah agar bahan-bahan itu tidak memercik saat diambil atau direaksikan. Jangan pula menghirup uapnya. Bahan yang korosif, misalnya asam pekat. Adapun bahan yang kaustik, misalnya soda kaustik.

### d. Bahan yang Bersifat Radioaktif

Bahan yang bersifat radioaktif biasanya jarang dipakai. Bahan radioaktif disimpan dalam botol berdinding tebal dari timbal. Misalnya, senyawa uranium dan thorium. Berhati-hatilah saat mengambil bahan kimia dalam laboratorium. Bacalah label di botol atau tanyakan pada laboran (petugas laboratorium) dan guru. Jangan mengambil sendiri bahan di dalam lemari. Pakailah bahan yang sudah dipersiapkan laboran di meja kerja.



## Latihan

1. Bagaimana cara memperlakukan bahan yang mudah terbakar?
2. Sebutkan tiga bahan yang beracun.
3. Bagaimana cara bekerja dengan bahan yang mengeluarkan gas yang beracun?
4. Sebutkan bahan berbahaya yang kamu temukan di rumah tangga.



## Rangkuman

1. Gejala alam dapat ditangkap melalui pengamatan oleh mata, penciumanmu oleh hidung, pendengaran oleh telinga, perabaan oleh tangan, dan pengecapan oleh lidah.
2. Kemampuan indra manusia sangat terbatas. Oleh karena itu, butuh alat bantu untuk pengamatan, misalnya mikroskop.
3. Mikroskop mempunyai dua buah lensa, yaitu lensa objektif dan okuler. Lensa objektif merupakan lensa yang dekat dengan objek, sedangkan lensa okuler merupakan lensa yang dekat dengan mata pengamat.

4. Untuk membuat spesimen (objek yang akan diamati dengan mikroskop) kita harus mengiris dan membuat sayatan setipis mungkin dan transparan.
5. Setiap kegiatan penelitian harus ditanamkan prinsip keselamatan kerja. Tujuannya menghindarkan atau memperkecil dari risiko dalam proses penelitian.



## Refleksi

Setelah kamu mempelajari mengenai Pengamatan Gejala Ilmiah, tentunya kamu sudah memahami dan dapat menjelaskan kembali tentang:

1. Alat untuk melakukan pengamatan ilmiah.
2. Keselamatan kerja dalam melakukan pengamatan ilmiah.

Apabila kamu belum sepenuhnya memahami, cobalah pelajari kembali materi di atas secara cermat. Untuk lebih memantapkan pemahamanmu, carilah materi pendukung melalui buku referensi, majalah, maupun internet.



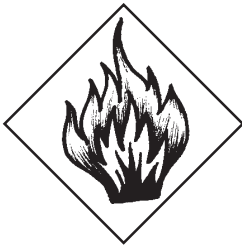
## Glosarium

<i>gliserin</i>	: cairan kental tidak berwarna dan tidak berbau, rasanya manis dapat bercampur dengan air dan alkohol yang diperoleh dari lemak hewani atau nabati atau dari fermentasi glukosa
<i>mikroskopis</i>	: sifat ukuran yang sangat kecil dan tidak dapat dilihat dengan mata telanjang sehingga diperlukan mikroskop untuk dapat melihat dengan jelas
<i>radioaktif</i>	: bersifat memancarkan radiasi yang disebabkan oleh instabilitas inti
<i>slide</i>	: foto bening pada lempeng atau film kecil untuk proyeksi, berupa gambar, reklame, dan sebagainya
<i>spesimen</i>	: sebagian atau seluruh bagian individu tumbuhan atau hewan yang merupakan contoh populasinya



Kerjakan soal-soal berikut di buku kerjamu.

**A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.**

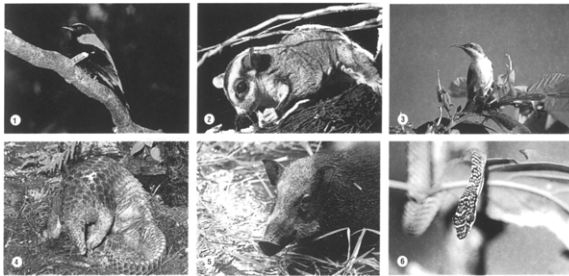
1. Bahan yang dipakai untuk mengawetkan jaringan hewan, yaitu ....  
a. alkohol 70%    c. kloroform 70%  
b. formalin 70%    d. amonia 40%
2. Membersihkan lensa mikroskop sebaiknya menggunakan ....  
a. tisu    c. kertas lensa  
b. kertas koran    d. sapu tangan
3. Tempat untuk meletakkan slide adalah di ....  
a. tangkai mikroskop  
b. dasar mikroskop  
c. meja mikroskop  
d. kondensor
4. Mikroskop pertama kali ditemukan oleh ....  
a. Robert Brown  
b. Carollus Linnaeus  
c. Aristoteles  
d. Antonie Van Leeuwenhoek
5. Mikroskop yang cara kerjanya menggunakan dua lensa terpisah disebut ....  
a. mikroskop binokuler  
b. mikroskop majemuk  
c. mikroskop fase kontras  
d. mikroskop elektron
6. Penyekat khusus pada mikroskop yang berfungsi sebagai pengatur banyak sedikitnya cahaya yang masuk disebut ....  
a. cermin  
b. lubang pengintai  
c. lempeng diafragma  
d. penjepit
7. Alat yang digunakan untuk mengambil suatu larutan dalam ukuran tetes adalah ....  
a. pinset    c. pipet ukur  
b. spatula    d. pipet tetes
8. Lensa-lensa objektif terletak dalam lempeng pemutar yang disebut ....  
a. revolver  
b. kondensor  
c. kondensator  
d. tabung mikroskop
9. Berikut ini bahan yang mudah meledak, *kecuali* ....  
a. asam pikrat  
b. nitrogen cair  
c. uranium  
d. amonium dikromat
10. Perhatikan gambar berikut.  
  
Simbol pada gambar di samping untuk bahan kimia yang bersifat ....  
a. beracun  
b. mudah terbakar  
c. mudah meledak  
d. radioaktif

**B. Jawablah soal-soal berikut dengan singkat dan tepat.**

1. Sebutkan bagian-bagian optik dari mikroskop.
2. Apakah fungsi kondensor pada mikroskop?
3. Sebutkan bahan dan alat yang dipergunakan untuk membuat preparat basah.
4. Bagaimanakah cara membuat preparat penampang membujur pada daun?
5. Bagaimanakah cara memanaskan alkohol yang benar?

## Bab 9

# MAKHLUK HIDUP



Sumber: Indonesian Heritage, 2002

Cobalah sesaat kamu perhatikan makhluk hidup yang ada di sekitarmu; boleh kamu perhatikan hewan, tumbuhan, atau teman-temanmu. Kesan apakah yang kamu peroleh saat itu? Berjuta-juta makhluk hidup tinggal di bumi. Bagaimana para ilmuwan mempelajari keanekaragaman makhluk hidup itu?

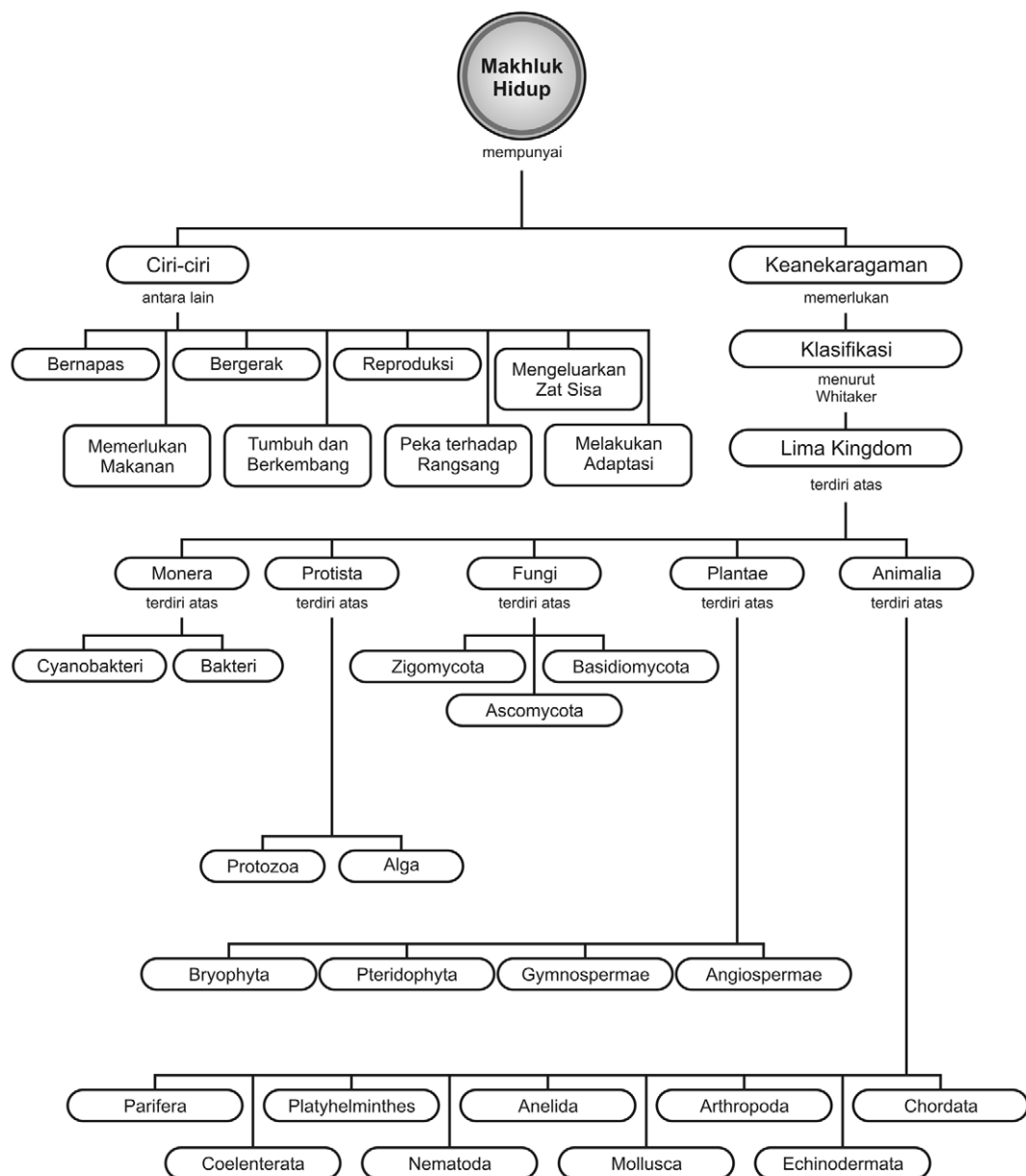
Fenomena keanekaragaman makhluk hidup akan kamu pelajari pada bab ini. Pada bab ini kamu juga akan mempelajari ciri-ciri makhluk hidup dan pengklasifikasian makhluk hidup.

### ❖ Pretest ❖

1. Apakah fungsi makanan bagi makhluk hidup?
2. Apa yang dimaksud iritabilitas?
3. Sebutkan contoh adaptasi yang dilakukan makhluk hidup sebagai salah satu ciri makhluk hidup?
4. Sebutkan ciri-ciri makhluk hidup yang menjadi dasar pengklasifikasian makhluk hidup.

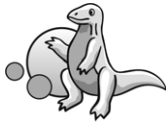
### ❖ Kata-Kata Kunci ❖

- adaptasi
- binomial nomenclature
- iritabilitas
- klasifikasi
- kunci dikotomi
- lima kingdom
- variasi





Semua makhluk hidup (organisme) melakukan aktivitas untuk bertahan hidup. Aktivitas hidup yang dilakukan oleh setiap jenis makhluk hidup itu pun sangat khas satu sama lain. Misalnya, ikan dan kambing sama-sama bernapas (*respirasi*). Ikan bernapas menghirup oksigen yang larut dalam air, melalui membran tipis organ insang dan langsung masuk/berdifusi ke aliran darah. Adapun kambing bernapas menghirup oksigen di udara, melalui hidung dan masuk ke aliran darah melalui membran alveoli di paru-paru.



## A. CIRI-CIRI MAKHLUK HIDUP

Semua makhluk hidup melakukan aktivitas untuk bertahan hidup. Menurut kamu, apa saja aktivitas makhluk hidup yang menggambarkan gejala hidup? Untuk mengetahui aktivitas makhluk hidup yang menggambarkan gejala kehidupan, ikutilah uraian berikut.

### 1. Bernapas

Makhluk hidup memecah makanan secara kimiawi melalui sistem pencernaan menjadi zat-zat yang lebih sederhana. Zat-zat ini kemudian dibawa ke seluruh tubuh. Hasil pencernaan makanan dalam tubuh hewan atau tumbuhan dibawa ke setiap sel untuk melaksanakan proses hidupnya. Makanan itu menyediakan energi untuk melakukan kegiatan hidup. Sel-sel memerlukan oksigen untuk mendapatkan energi dari makanan. Oleh karena itu, semua makhluk hidup bernapas untuk memperoleh oksigen.

### 2. Memerlukan Makanan

Makhluk hidup memerlukan makanan agar memperoleh energi untuk memelihara dan menjalankan aktivitas hidup. Sebagian besar tumbuhan bersifat *autotrof*, yaitu memproduksi/menghasilkan makanan sendiri. Makanan tumbuhan yang berupa zat organik berasal dari pengubahan zat anorganik (zat hara) dengan bantuan sinar matahari dalam proses fotosintesis. Sebagian kecil makhluk hidup, proses pembuatan makanannya menggunakan energi hasil dari reaksi kimia (kemosintesis).

Hewan merupakan makhluk hidup *heterotrof*, yaitu kebutuhan makanannya bergantung pada organisme lain. Hewan herbivora memenuhi kebutuhan makanannya dengan memakan tumbuhan. Adapun, hewan karnivora memangsa hewan lain. Sapi tergolong herbivora karena memakan rumput dan cheetah (Gambar 9.1) tergolong karnivora karena memangsa zebra. Makanan tersebut harus dicerna dan diolah dalam tubuh dahulu sebelum digunakan untuk aktivitas hidup.

## Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:

- ☛ mengidentifikasi ciri-ciri makhluk hidup;
- ☛ membuat laporan ciri-ciri makhluk hidup berdasarkan hasil observasi;
- ☛ membedakan ciri tumbuhan dan hewan.



Sumber: Fauna "Mamalia", 2003

▲ Gambar 9.1 Cheetah memangsa zebra untuk menghasilkan energi





Sumber: *Indonesia Heritage*, 2002

▲ **Gambar 9.2** Mekarnya bunga di pagi hari merupakan bukti bahwa tumbuhan juga bergerak.

### 3. Bergerak

Beberapa jenis gerakan manusia dan hewan tampak jelas terlihat, misalnya manusia menari, kepakan sayap burung, sampai kedipan mata sapi.

Gerakan pada beberapa hewan terjadi sangat cepat dan efisien. Gerakan pada hewan selalu berhubungan dengan kebutuhan makan, mencari makanan, menemukan pasangan, atau melarikan diri dari pemangsa.

Pada tumbuhan, kadang gerakannya tidak jelas terlihat. Namun, kamu dapat melihat suatu gerakan sebuah sel tumbuhan di bawah mikroskop. Pada saat mengamati tumbuhan secara utuh, kadang-kadang kita melihat gerakan yang terjadi pada saat-saat tertentu. Misalnya, bunga mekar di pagi hari dan menguncup di sore hari.

Gerakan pada tumbuhan sangat lambat dan hanya sebagian tubuh saja. Gerakan itu terjadi akibat ada rangsangan dari luar, misalnya mekarnya bunga di pagi hari setelah terkena sinar matahari atau menutupnya daun putri malu setelah terkena sentuhan.

### 4. Pertumbuhan dan Perkembangan

Semua makhluk hidup mengalami pertumbuhan dan perkembangan. Pertumbuhan adalah perubahan pada makhluk hidup yang berupa pertambahan volume, massa, dan tinggi. Adapun perkembangan adalah perubahan pada makhluk hidup menuju kedewasaan secara seksual yang diawali dari perkembangan zigot. Jadi, benda yang tidak mengalami pertumbuhan dan perkembangan tidak termasuk golongan makhluk hidup.

### 5. Reproduksi

Semua organisme bereproduksi (berkembang biak) untuk memperbanyak jenisnya. Hal itu bertujuan untuk memastikan kelangsungan hidup jenisnya agar tidak punah. Beberapa jenis makhluk hidup dapat berkembang biak tanpa membutuhkan pasangan, yang demikian itu disebut reproduksi aseksual. Adapun pasangan organisme jantan dan betina dalam satu jenis diperlukan dalam proses reproduksi seksual. Reproduksi seksual dapat terjadi jika dua sel kelamin bertemu untuk menghasilkan anak. Proses pertemuan dua sel kelamin, yaitu sel kelamin jantan (sperma) dan sel kelamin betina (ovum/sel telur) disebut fertilisasi. Fertilisasi pada hewan menghasilkan anak, sedangkan fertilisasi pada tumbuhan akan terbentuk biji, kemudian biji tumbuh menjadi tumbuhan baru.



Sumber: *Fauna "Burung"*, 2003

▲ **Gambar 9.3** Untuk melestarikan jenisnya makhluk hidup berkembang biak.

### 6. Peka terhadap Rangsang

Ciri lain makhluk hidup adalah peka terhadap rangsangan dari lingkungannya. Rangsangan itu dapat berupa sentuhan, cahaya, rasa, dan suara. Reaksi makhluk hidup terhadap rangsangan itu berbeda-beda. Misalnya, tumbuhan putri malu (*mimosa pudica*)

akan menutup daunnya ketika disentuh (Gambar 9.4). Cumi-cumi mengeluarkan cairan mirip tinta jika sedang terancam keberadaannya. Begitu pula manusia secara reflek menjauhkan tangannya dari benda panas yang disentuhnya.

Kemampuan makhluk hidup menerima dan mereaksi rangsang disebut *iritabilitas*. Secara umum, tanggapan terhadap rangsang merupakan suatu bentuk penyesuaian makhluk hidup terhadap lingkungannya.

## 7. Mengeluarkan Zat Sisa

Semua sel penyusun tubuh makhluk hidup mengeluarkan zat-zat yang tidak berguna. Zat-zat yang tidak berguna tersebut beracun dan berbahaya apabila tertimbun dalam tubuh. Setiap organisme harus mengeluarkan zat sisa agar tidak meracuni tubuh. Zat-zat yang tidak berguna itu merupakan zat sisa proses metabolisme di dalam sel. Proses pengeluaran zat-zat sisa disebut ekskresi.

## 8. Melakukan Adaptasi

Ikan mampu hidup di air karena mempunyai organ tubuh untuk menjaga kelangsungan hidupnya, antara lain mempunyai insang untuk bernapas, sirip untuk bergerak, dan sisik yang berlendir agar mudah bergerak dalam air. Kemampuan makhluk hidup untuk menyesuaikan diri dengan lingkungannya disebut adaptasi. Coba, sebutkan contoh adaptasi yang dilakukan oleh hewan-hewan yang lain.

Tumbuhan melakukan adaptasi di antaranya dengan mengubah struktur tubuhnya. Tumbuhan kaktus (Gambar 9.5) yang hidup di daerah kering beradaptasi dengan cara memperkecil luas permukaan daun untuk mengurangi penguapan. Selain itu, kaktus juga mempunyai daun yang menyerupai duri, berakar panjang untuk menjangkau air di dalam tanah, dan hanya mempunyai sedikit stomata. Sebutkan bentuk adaptasi lain yang dilakukan oleh tumbuhan.

Berdasarkan ciri-ciri umum makhluk hidup di atas, kamu dapat membedakan ciri tumbuhan dan hewan. Beberapa perbedaan ciri hidup tumbuhan dan hewan sebagai berikut.

### 1. Bergerak

Gerakan pada tumbuhan terjadi di tempat hidupnya sehingga tidak mudah terlihat dan sulit diamati, misalnya gerak ujung akar ke dalam tanah ataupun gerakan batang menuju sinar matahari. Adapun hewan bergerak dengan berpindah tempat, sehingga mudah terlihat.

### 2. Memerlukan Makanan

Tumbuhan dan hewan sama-sama memerlukan makanan. Namun, tumbuhan dan hewan mempunyai perbedaan dalam proses



Sumber: *Ensiklopedia Iptek*, 2004

▲ Gambar 9.4 Daun putri malu menguncup ketika daunnya disentuh.



Sumber: *Ensiklopedi Umum untuk Pelajar*, 2005

▲ Gambar 9.5 Kaktus mempunyai luas permukaan daun yang kecil untuk beradaptasi dengan lingkungan yang kurang air

mendapatkan makanan. Tumbuhan mendapatkan makanan dengan mengolah dan membuat makanan sendiri yang berupa glukosa melalui proses fotosintesis. Adapun hewan mendapatkan makanan dengan memakan makhluk hidup lain.

### 3. Melakukan Adaptasi

Tumbuhan melakukan adaptasi dengan mengubah struktur tubuhnya atau proses fisiologis hidupnya, misalnya kaktus mempunyai permukaan daun yang kecil untuk beradaptasi dengan daerah yang kering. Adapun hewan mempunyai organ tubuh untuk beradaptasi, misalnya bernapas dengan insang dan bergerak dengan sirip.

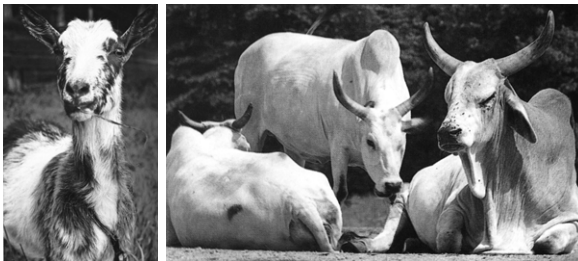
#### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:  
*membedakan makhluk hidup yang satu dengan lainnya berdasarkan ciri khusus kehidupan yang dimiliki.*



#### B. KEANEKARAGAMAN MAKHLUK HIDUP

Pernahkah kamu membedakan dua hewan? Pada umumnya, kita lebih mudah melihat perbedaan hewan yang berbeda spesies (jenis) daripada hewan berada dalam satu spesies. Misalnya, kita lebih mudah membedakan kambing dengan sapi daripada membedakan kambing liar dengan kambing piaraan atau sapi liar dengan sapi piaraan.



Sumber: *Fauna "Mamalia"*, 2003

▲ **Gambar 9.6** Kambing dan sapi mempunyai perbedaan dan persamaan. Persamaannya, kedua hewan tersebut termasuk kelompok mamalia

Kambing dan sapi adalah mamalia karena mempunyai persamaan ciri di antaranya berdarah panas, melahirkan anak, dan berbulu.

Bagaimana kita menunjukkan perbedaan di antara anggota hewan atau tumbuhan? Setiap anggota spesies memperlihatkan perbedaan yang kurang jelas. Contohnya, perhatikan teman-teman di kelasmu. Mereka semua, termasuk kamu merupakan anggota spesies yang sama, yaitu *Homo sapiens* (manusia).

Dapatkah kamu menunjukkan perbedaan di antara mereka? Di antara mereka ada yang laki-laki dan perempuan; ada yang berkulit putih, kuning, sawo matang, dan hitam; ada yang berambut hitam atau kemerahan; ada yang berambut lurus dan keriting; ada yang tinggi dan rendah; serta ada yang gemuk dan kurus. Beberapa ciri tersebut memperlihatkan keanekaragaman jenis atau variasi di antara makhluk hidup sejenis. Perbedaan jenis kelamin maupun warna kulit dinamakan variasi diskontinu.

Adapun gemuk dan kurus maupun tinggi dan rendah seseorang merupakan variasi kontinu. Variasi diskontinu merupakan hasil dari pengaruh genetik, sedangkan variasi kontinu merupakan hasil pengaruh faktor genetik dan lingkungan. Misalnya, berat tubuhmu tidak hanya tergantung dari faktor genetik yang memengaruhi ukuran dan kepadatan tulang, namun juga dari gaya hidup dan jumlah makanan yang dikonsumsi.



## Latihan

1. Apa pengaruh lingkungan yang menyebabkan variasi pada ukuran buah apel?
2. Apa karakteristik dari burung dan tingkah lakunya yang dapat membantu untuk mencari pasangan?
3. Bagaimana cara lingkungan menyebabkan variasi di alam?
4. Tunjukkan tiga contoh variasi pada manusia yang disebabkan oleh lingkungan.



## C. KLASIFIKASI MAKHLUK HIDUP

Tiap-tiap jenis makhluk hidup mempunyai ciri khas yang membedakan dengan makhluk hidup yang lain. Hal itu menunjukkan keanekaragaman makhluk hidup.

Sistematika adalah ilmu yang mempelajari keanekaragaman makhluk hidup. Sistematika juga mencakup cara mengklasifikasi organisme oleh ahli biologi. Sistem klasifikasi berupa tata cara dan rancangan umum untuk mengklasifikasikan makhluk hidup yang sangat beragam. Pengklasifikasian makhluk hidup sangat penting agar makhluk hidup yang beragam dapat dikelompokkan dan diurutkan secara teratur berdasarkan persamaan dan perbedaannya.

Rancangan klasifikasi yang baik harus bersifat fleksibel. Maksudnya, dapat digunakan untuk mengidentifikasi makhluk hidup yang baru dan belum diberi nama atau makhluk hidup langka berupa fosil sehingga dapat digambarkan dengan jelas hubungannya dengan makhluk hidup masa kini.

Pada awalnya, manusia mengelompokkan beberapa hewan dan tanaman berdasarkan fungsinya, yaitu sebagai bahan makanan atau bukan bahan makanan. Tumbuhan pangan (sumber makanan) dibedakan menjadi tumbuhan yang dapat dimakan dan tumbuhan beracun. Tumbuhan yang dapat dimakan biasanya digunakan sebagai obat.

Pada awalnya, ahli hewan (zoologis) mengklasifikasi hewan berdasarkan adanya tulang belakang. Selanjutnya, kelompok hewan bertulang belakang dan tak bertulang belakang dibagi lagi menjadi beberapa subkelompok di bawahnya.

## Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:  
*mendeskripsikan pentingnya dilakukan klasifikasi makhluk hidup.*

Saat ini, ahli tanaman (botanis) telah mengklasifikasi tumbuhan menjadi kelompok tumbuhan herba dan pohon. Adapun ahli perkebunan (hortikulturalis) membedakan tumbuhan menjadi kelompok tumbuhan tahunan (*anual*), tumbuhan dua tahunan (*biennial*), dan tumbuhan yang hidup terus-menerus (*perenial*). Proses pengklasifikasian berlangsung terus-menerus tanpa henti mengikuti kebutuhan dan kepentingan.

## 1. Ruang Lingkup Klasifikasi

Sistem klasifikasi memberikan nama yang tepat untuk setiap organisme, agar mudah dikenali. Selanjutnya sistem klasifikasi diterapkan pada seluruh makhluk hidup yang beranekaragam.

### a. Pemberian Nama Organisme

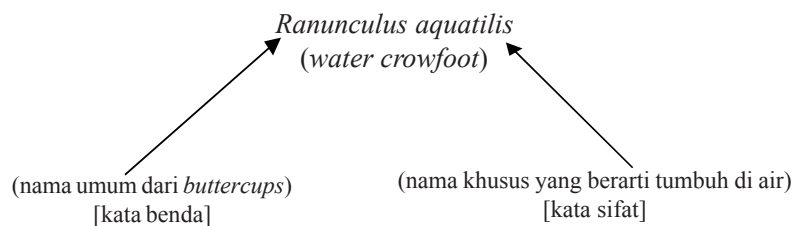
Pemberian nama makhluk hidup menggunakan sistem klasifikasi dapat memudahkan komunikasi karena nama makhluk hidup tersebut dikenal di seluruh dunia. Sebagai perbandingan, pemberian nama makhluk hidup dengan nama daerah hanya dapat dikenali di daerah tertentu, misalnya bebek (Jawa).

Untuk kepentingan di dunia pendidikan dan penelitian penggunaan nama dengan sistem klasifikasi tidak menimbulkan persepsi yang berbeda terhadap suatu makhluk hidup. Dalam pemberian nama makhluk hidup dikenal sistem binomial atau tata nama ganda.

### b. Sistem Binomial

Sistem *binomial* (tata nama ganda) disebut juga *binomial nomenclature*. Dalam sistem *binomial*, masing-masing makhluk hidup mempunyai nama ilmiah yang terdiri atas dua kata latin. Kata pertama menunjukkan genus (kata benda), dan kata yang kedua (kata sifat) menunjukkan spesies.

Contoh:



Spesies menunjukkan tingkat pertama klasifikasi. Anggota-anggota suatu spesies adalah individu-individu yang mempunyai persamaan secara struktur dan fisiologi, serta mampu melakukan *interbreeding* (perkawinan antarjenis sendiri) yang mampu menghasilkan keturunan yang fertil (subur).

Beberapa spesies yang dianggap mempunyai beberapa persamaan dikelompokkan dalam genus yang sama. Genus dapat terdiri atas satu atau lebih spesies.

Nama umum organisme diawali dengan huruf kapital, sedangkan nama spesies tidak. Kedua kata itu ditulis miring atau digarisbawahi.

### **c. Mengelompokkan Makhluk hidup dalam Tingkatan Klasifikasi**

Dalam klasifikasi, makhluk hidup dikelompokkan dalam tingkatan-tingkatan. Tingkatan paling atas terdiri dari makhluk hidup dengan persamaan ciri yang lebih umum. Makin ke bawah tingkatannya makin khusus persamaan ciri-cirinya.

### **d. Taksonomi dan Sistem Taksa**

Makhluk-makhluk hidup diberi nama dan ditempatkan dalam suatu kelompok berdasarkan hasil pengamatan ciri-ciri khas yang tampak.

Nama kelompok klasifikasi disebut *takson* (jamak-*taksa*). Ilmu yang mempelajari tata cara pengelompokan disebut taksonomi. Takson terendah dan paling khusus adalah spesies, sedangkan takson yang paling tinggi dan lebih inklusif (umum) adalah kingdom. Tingkatan kingdom sampai spesies ditentukan berdasarkan persamaan ciri makhluk hidup yang paling umum ke ciri yang paling khusus. Taksa telah distandarisasi dan dibakukan di seluruh dunia, oleh *International Code of Botanical Nomenclature* dan *International Committee on Zoological Nomenclature*.

### **Kategori-kategori yang umum digunakan sebagai berikut.**

- ❖ Spesies ⇒ kelompok makhluk hidup yang dapat melakukan perkawinan untuk menghasilkan keturunan yang fertil. (Beberapa spesies dibagi-bagi lagi menjadi subs-pesies atau varietas).
- ❖ Genus ⇒ sebuah kelompok spesies-spesies yang mempunyai persamaan dan berhubungan dekat.
- ❖ Famili ⇒ sebuah kelompok dari genus-genus yang jelas berhubungan dekat.
- ❖ Ordo ⇒ sebuah kelompok dari famili-famili yang jelas berhubungan dekat.
- ❖ Kelas ⇒ sebuah kelompok dari ordo-ordo dalam satu filum.
- ❖ Filum ⇒ sebuah kelompok makhluk hidup dengan rancangan yang sama atau tingkatan takson tertinggi di dunia.
- ❖ Divisi ⇒ organisme yang jelas berhubungan dekat atau tingkatan takson tertinggi di dunia.
- ❖ Kingdom ⇒ kelompok terbesar dan paling umum, misal tumbuhan, hewan, atau jamur.

Beberapa taksa mempunyai ukuran yang sangat besar dan rumit. Hal itu dapat diatasi dengan adanya kelompok subdivisi, misalnya subfilum dan subkelas.



### Sumbangan Besar Carollus Linnaeus

*Linnaeus menerapkan sistem binomial nomenclatur atau tata nama ganda sebagai dasar sistem klasifikasi modern. Linnaeus melakukan ekspedisi dan menemukan 7.700 spesies tumbuhan dan 4.400 spesies hewan yang kemudian distandarisasi dan diterapkan dalam sistem binomial nomenclatur. Linnaeus mengambil lambang dan dari formasi sebagai simbol jantan dan betina.*



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ **Gambar 9.7** Carollus Linnaeus mengenalkan metode klasifikasi makhluk hidup dengan sistem *binomial nomenclatur*

## 2. Sejarah Klasifikasi

Aristoteles (384–322 M) adalah tokoh klasifikasi di zaman Yunani Kuno. Beliau menulis hasil pengamatannya dan menghasilkan bagan klasifikasi. Klasifikasi Aristoteles mencakup 500 hewan dan membaginya dalam kelompok besar berdasarkan darah merah (sebagian besar vertebrata) dan tak berdarah merah (sebagian besar hewan-hewan tak bertulang belakang). Aristoteles memakai ciri-ciri embriologi, tingkah laku, dan ekologi untuk mengklasifikasi organisme, serta ciri-ciri struktur dan morfologi. Aristoteles kadang-kadang tidak konsisten dalam melakukan klasifikasi, misalnya membagi makhluk hidup dalam kelompok terestrial (organisme darat) dan akuatik (air). Sejak ditemukannya makhluk hidup baru oleh peneliti-peneliti, klasifikasi Aristoteles digantikan oleh bagan klasifikasi yang baru.

Bagan klasifikasi yang biasa digunakan saat ini adalah sistem *binomial nomenclatur*. Sistem ini disusun oleh Linnaeus (1707–1778) dan dipublikasikan pada tahun 1735. Klasifikasi Linnaeus ini sangat menarik karena sangat fleksibel untuk menyerap/menerima spesies baru hasil penelitian terakhir. Oleh karena itu, dia dianggap sebagai Bapak Klasifikasi (Gambar 9.7).

Pada sistem klasifikasi Linnaeus, bahasa latin digunakan secara universal untuk memberi nama organisme dan kelompoknya. Para ahli biologi yang pertama kali mendeskripsikan suatu organisme namanya berhak diabadikan di akhir nama organisme yang ditemukan. Dalam bukunya, nama Linnaeus dipakai sebagai nama makhluk hidup yang ditemukan oleh Linnaeus. Jadi, namanya diabadikan di akhir nama spesies yang ditemukan disingkat 'L'.

## 3. Proses Klasifikasi

Para ahli biologi saat ini masih merujuk pada buku *Systema Naturae* (Sistem Alam) tahun 1750 karangan Carollus Linnaeus sebagai dasar untuk melakukan klasifikasi. Proses klasifikasi memerlukan tahap-tahap, yaitu pencandraan (identifikasi), pengelompokan, dan pemberian nama.

### a. Identifikasi

Setiap jenis makhluk hidup yang baru ditemukan harus diidentifikasi lebih dahulu. Identifikasi adalah cara untuk mengenal suatu organisme dengan mendeskripsikan ciri-cirinya. Identifikasi sebaiknya dilakukan dengan cermat dan teliti dari ciri-ciri yang mudah diamati, yaitu ciri-ciri morfologi (penampakan luarnya), anatomi, dan fisiologinya.

Ciri-ciri morfologi pada tumbuhan, antara lain jumlah benang sari, jumlah helaian mahkota dan kelopak bunga, bentuk tumbuhan, sistem percabangan batang, bentuk daun, dan penampakan batang. Adapun ciri-ciri morfologi pada hewan, antara lain pembagian bagian tubuh (kepala, leher, perut), jumlah anggota gerak (kaki dan tangan), bentuk tubuh, dan penutup tubuh.

Ciri-ciri anatomi dan fisiologi pada hewan, antara lain sistem peredaran darah, produksi susu, dan adanya tulang belakang. Ciri-ciri biokimiawi, antara lain kandungan asam nukleat, kandungan hemoglobin, dan kandungan klorofil.

Ketika menemukan suatu makhluk hidup, baik tumbuhan atau hewan yang belum kamu ketahui, bagaimana cara mencari tahu namanya? Untuk mengetahuinya gunakan buku referensi sebagai alat bantu. Buku yang dipakai ialah buku identifikasi yang berisi beberapa macam kunci yang dapat memandu menemukan deskripsi yang benar. Salah satu kuncinya adalah kunci determinasi. Dalam kunci determinasi terdapat daftar yang memuat keterangan suatu makhluk hidup. Keterangan yang dipakai, umumnya berupa ciri morfologi. Salah satu kunci determinasi yang sederhana dan mudah digunakan ialah kunci dikotomi. Disebut demikian karena bentuknya menggarpu, yaitu memuat pernyataan-pernyataan yang berpasangan dengan ciri-ciri yang saling berlawanan.

#### Contoh dikotomi tumbuhan:

1. a. Daun berbentuk seperti pita ..... 3  
b. Daun tidak seperti pita ..... 2
2. a. Daun berbentuk jantung atau ginjal ..... 4  
b. Daun tidak berbentuk jantung atau ginjal ..... 3
3. a. Bertulang daun sejajar ..... 4  
b. Bertulang daun menyirip atau menjari ..... Tumbuhan dikotil
4. a. Daun berpelepah ..... Rumput-rumputan  
b. Daun tidak berpelepah ..... dan selanjutnya

#### Contoh dikotomi hewan:

1. a. Berbulu ..... Burung  
b. Tidak berbulu ..... 2
2. a. Berambut ..... Mamalia  
b. Tidak berambut ..... 3
3. a. Tubuh ditutupi sisik ..... Reptilia  
b. Tubuh tidak bersisik ..... Amphibia
4. Dan seterusnya .....

#### Cara menggunakan kunci dikotomi

- ⇒ Amatilah ciri-ciri individu yang ingin diidentifikasi, cocokkan dengan ciri-ciri yang terdapat pada kunci dikotomi.
- ⇒ Catatlah nomor ciri-ciri pada kunci dikotomi yang sesuai dengan ciri-ciri makhluk hidup dan lanjutkan pembacaan kunci dikotomi yang ditunjukkan pada nomor di akhir pernyataan.

#### Tugas Individu

##### (Mencari Informasi Lebih Jauh)

Terdapat ribuan jenis hewan dan tumbuhan yang sudah dikenal dan diberi nama.

Kumpulkan beberapa jenis tumbuhan dan serangga di sekitarmu.

1. Catatlah ciri-cirinya dan identifikasikan setiap jenis makhluk hidup itu.
2. Lacaklah dengan kunci determinasi dan tuliskan nama spesiesnya.
3. Carilah tingkatan klasifikasi setiap spesies yang kamu temukan dan sebutkan nama daerahnya sesuai dengan tempat ditemukannya spesies itu.



⇒ Ikutilah terus nomor yang ditunjukkan kunci dikotomi sampai didapatkan nama hewan atau tumbuhan, atau kelompok hewan atau tumbuhan yang dimaksud.

### b. Pengelompokan

Suatu makhluk hidup yang sudah diidentifikasi dapat dikelompokkan dengan makhluk hidup yang lain yang memiliki ciri-ciri serupa. Beberapa makhluk hidup tersebut dikelompokkan dalam suatu unit yang disebut *takson* (jamak = *taksa*). Sistem internasional sepakat menetapkan tujuh tingkat *takson*. Makin rendah tingkatan takson makin sedikit anggotanya, namun masing-masing anggotanya memiliki persamaan yang makin banyak. Demikian pula sebaliknya.

### c. Pemberian Nama Takson

Setelah kelompok-kelompok makhluk hidup terbentuk, kita harus memberi nama untuk memudahkan mengenal ciri-ciri kelompok, membedakan dengan kelompok lain, serta untuk menunjukkan tingkatan takson.



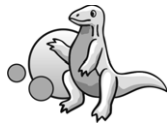
### Latihan

1. Urutkan tingkatan takson dari yang paling rendah.
2. Nama ilmiah suatu organisme kadang-kadang sangat sulit diucapkan dan diingat. Untuk itu, setiap organisme harus diberi nama khusus. Mengapa hal itu dilakukan?
3. Apakah yang dimaksud *binomial nomenclatur*?

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:

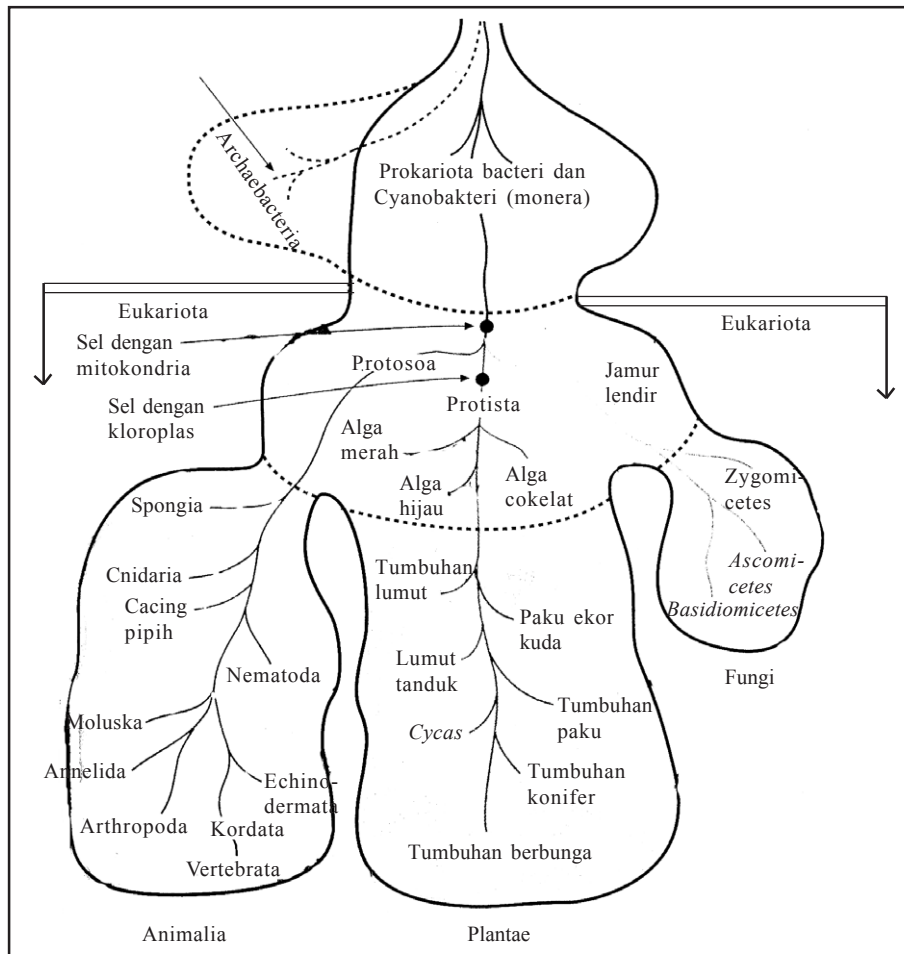
- membuat perbandingan ciri-ciri khusus dalam sistem lima kingdom;
- mengklasifikasi beberapa makhluk hidup di sekitar berdasar ciri yang diamati.



### D. KLASIFIKASI LIMA KINGDOM

Kelompok terbesar makhluk hidup yang diperkenalkan oleh ahli biologi disebut kingdom atau kerajaan. Sebagian besar ahli biologi menggunakan sistem dua kingdom, yaitu kingdom plantae (dunia tumbuhan) dan kingdom animalia (dunia hewan). Hal itu terjadi, karena pada zaman dahulu para ahli kesulitan untuk mengklasifikasikan fungi, bakteri, dan organisme bersel satu ke dalam kelompok manapun.

Saat ini, beberapa ahli biologi cenderung menyukai sistem lima kingdom yang dikemukakan pertama kali oleh Robert Whittaker pada tahun 1969. Sistem lima kingdom Whittaker meliputi Monera, Protista, Fungi, Plantae, dan Animalia.



▲ Gambar 9.8 Bagan/skema lima kingdom Whittaker

## 1. Kingdom Monera

Kingdom Monera terdiri atas organisme yang mempunyai ciri-ciri sebagai berikut.

### a. Organisme yang Terdiri Atas Satu Sel

Organisme ini dapat berdiri sendiri (*soliter*) atau berkelompok (*koloni*) membentuk rantai atau bola.

### b. Ciri Khas Sel Tubuh

- 1) Inti sel tidak bermembran, termasuk prokariota.
- 2) Materi genetik berupa DNA sirkuler (melingkar) yang tidak terlindungi oleh selaput/membran sel.
- 3) Sitoplasma mengandung beberapa organel dan tak satupun yang dilindungi oleh dua membran.
- 4) Dinding sel merupakan struktur yang kaku, terbuat dari polisakarida dengan kombinasi residu asam amino.

### c. Proses Mendapatkan Makanan

- 1) Dapat membuat makanan sendiri (*autotrof*) atau mendapat makanan dari luar (*heterotrof*).

- 2) Beberapa organisme mampu mengikat nitrogen bebas dari udara.
- 3) Mempunyai cadangan makanan berupa karbohidrat yang disimpan dalam bentuk glikogen dan lipid yang disimpan dalam bentuk minyak.

Kingdom Monera secara sederhana terbagi menjadi dua filum, yaitu filum Cyanobakteri dan Bakteri.

#### a. Filum Cyanobakteri

Cyanobakteri dikenal sebagai ganggang biru-hijau (*blue-green bacteria*). Anggota Cyanobakteri mempunyai ciri-ciri sebagai berikut.

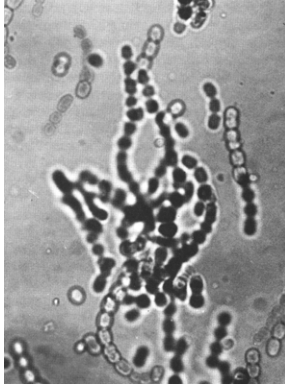
- 1) Strukturnya berupa sel tunggal (uniseluler) yang berbentuk lonjong atau batang. Strukturnya dapat juga berupa kumpulan sel yang berbentuk benang.
- 2) Beberapa organisme hidup di air tawar dan air laut sebagai organisme fotosintetik, dengan pigmen fotosintetik yang berupa lipatan ke dalam dari membran/selaput plasma yang mengelilingi sel.
- 3) Beberapa spesies Cyanobakteri juga hidup bersimbiosis mutualisme dengan jamur membentuk *Lichens* (lumut kerak).
- 4) Beberapa sel mempunyai vakuola (kantong) udara sehingga sel-selnya mengambang/terapung di permukaan air selama hidupnya agar mendapatkan sinar matahari. Contoh organisme Cyanobakteri selain *Anabaena* sp. (Gambar 9.9), antara lain *Spirulina* sp. dan *Macrocyctis* sp.

#### b. Filum Bakteri

Anggota filum bakteri mempunyai ciri-ciri sebagai berikut.

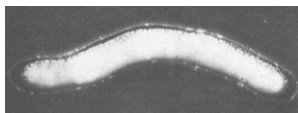
- 1) Individunya merupakan makhluk hidup prokariota yang uniseluler (bersel tunggal). Namun, dapat hidup berkelompok membentuk koloni berbentuk bola, rantai, atau benang.
- 2) Bakteri hidup di semua tempat, bahkan di tempat paling ekstrem (di kutub, padang pasir, atau di gunung berapi).
- 3) Jenis makanan bakteri bervariasi. Beberapa bakteri hidup secara heterotrof dengan *mengabsorpsi* makanannya atau beberapa makhluk hidup lain hidup secara fotosintesis atau kemosintesis. Beberapa bakteri menyebabkan pembusukan; bersama-sama dengan jamur menjalankan siklus unsur.
- 4) Beberapa jenis bakteri bersifat parasit bagi organisme lain dan menyebabkan timbulnya penyakit tertentu, antara lain keracunan makanan dan TBC pada manusia, serta lemah akar pada beberapa tumbuhan.

Para ahli bakteri membagi filum bakteri ke beberapa subfilum berdasarkan metabolisme selnya dan struktur selnya. Contoh *Mikrobakterium tuberculosis* (Gambar 9.10).



Sumber: *Ilmu Pengetahuan Populer*, 2002

▲ Gambar 9.9 *Anabaena* sp.  
(2 x 5  $\mu$ m)



Sumber: *Ilmu Pengetahuan Populer*, 2002

▲ Gambar 9.10  
*Mikrobakterium tuberculosis*

Organisme yang termasuk dalam kingdom Protista merupakan organisme eukariota bersel tunggal (uniseluler) dan bersel banyak (multiseluler) yang kekerabatannya dekat. Sebagian besar kelompok penting (subkingdom) dari protista adalah *protozoa* dan alga. Umumnya, organisme yang termasuk anggota kingdom Protista mempunyai ciri-ciri, seperti hewan dan tumbuhan. Ciri-ciri utama anggota kingdom Protista sebagai berikut.

#### 1) Struktur Tubuh

- Tubuh uniseluler (bersel tunggal) dan dapat berkoloni membentuk rantai.
- Beberapa organisme mempunyai alat tubuh tambahan, berdiferensiasi membentuk bulu cambuk.
- Beberapa anggota tidak mempunyai dinding sel, sedangkan beberapa anggota yang lain berdinding sel dari selulosa.

#### 2) Cara Mendapatkan Makanan

- Beberapa organisme dapat berfotosintesis dan organisme yang lain bersifat heterotrofik.
- Tubuhnya mampu menyimpan makanan cadangan berupa lipid dalam bentuk minyak.

Beberapa filum yang termasuk kingdom Protista sebagai berikut.

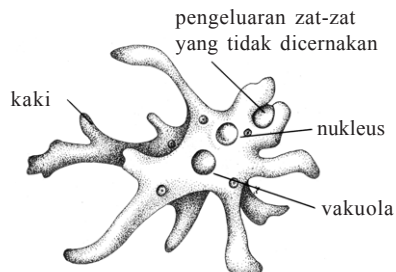
#### a. Subkingdom Protozoa

Protozoa meliputi organisme eukariota yang memiliki banyak keanekaragaman yang terinci/rumit. Sebagian besar berupa organisme bersel tunggal dengan ciri-ciri, seperti/mirip hewan. Organisme ini sebagian besar bersifat heterotrofik, namun makanan yang diserap diubah menjadi makanan yang siap dipakai.

##### 1) Filum Rhizopoda

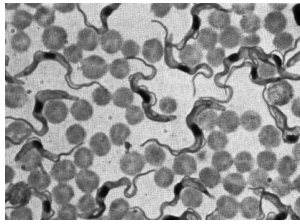
Organisme protozon ini dapat menjulurkan protoplasmanya membentuk kaki semu (*pseudopodia*) yang berguna sebagai alat gerak dan mencari makanan. Rhizopoda dapat hidup di laut, air tawar dan juga di dalam tubuh hewan atau manusia sebagai parasit. Cara berkembang biaknya dengan membelah diri.

Contoh: *Amoeba* sp. (Gambar 9.11)



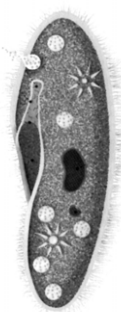
Sumber: *Ilmu Pengetahuan Populer*, 2002

▲ Gambar 9.11 *Amoeba* sp



Sumber: <http://google.com>

▲ Gambar 9.12 *Trypanosoma* sp.



Sumber: *Ilmu Pengetahuan Populer*, 2002

▲ Gambar 9.13 *Paramecium* sp.

## 2) *Filum Flagellata*

Organisme protozoa ini mempunyai bentuk-bentuk yang lebih tetap meskipun tidak mempunyai kerangka luar. *Flagellata* mempunyai alat gerak yaitu bulu cambuk (*flagel*). Tempat hidup flagellata ada yang di laut dan air tawar. Flagellata hidup sebagai parasit dalam tubuh hewan atau manusia. Perkembangbiakannya dengan cara membelah diri.

Contoh: *Euglena*, *Trypanosoma* sp. (Gambar 9.12)

Beberapa *Euglena* bersifat fotosintesis karena terdapat kloroplas dalam tubuhnya dan sebagian bersifat nonfotosintesis. *Trypanosoma* sp. hidup sebagai parasit pada hewan dan manusia.

## 3) *Filum Apicomplea (Sporozoa)*

Organisme protozoa yang sebagian besar berupa parasit dengan siklus hidup yang rumit/kompleks melibatkan satu atau lebih spesies inang. Dalam siklus hidupnya mengalami tahap pembelahan multipel.

Contoh: *Plasmodium* sp.

## 4) *Filum Ciliophora (Ciliata)*

Organisme protozoa ini tertutup oleh bulu-bulu pendek yang disebut cilia. Cilia berguna sebagai alat gerak dan untuk menangkap makanan. Organisme ini mendapatkan makanan secara heterotrof. Organisme ini mempunyai dua nukleus tiap sel, yaitu makronukleus dan mikronukleus.

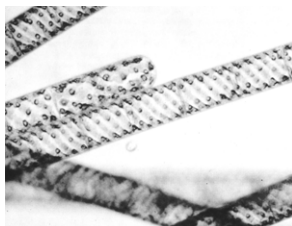
Contoh: *Paramecium* sp. (Gambar 9.13)

## b. Subkingdom Alga

Organisme eukariota fotosintesis dengan struktur sel yang sama dengan struktur tumbuhan hijau. Alga menunjukkan struktur yang sangat beragam, meliputi organisme (sel tunggal) sampai bentuk benang yang sederhana membentuk ganggang laut. *Alga* hidup di air sampai ke tempat yang paling dalam.

### 1) *Filum Bacillariophyta (diatom)*

Diatom mempunyai bentuk yang tidak umum/biasa dan dinding unik dari bahan selulosa yang diperkuat dengan silika. Bentuk dinding terdiri atas dua keping disebut valves, dan bergabung seperti cawan petri atau stoples. Organisme ini mempunyai kloroplas yang mengandung klorofil a dan c, karoten, dan xantofil fukosantin. Minyak disimpan sebagai makanan cadangan.



Sumber: *Ilmu Pengetahuan Populer*, 2002

▲ Gambar 9.14 *Spirogyra* sp.

### 2) *Filum Chlorophyta (Alga Hijau)*

Struktur sel dan susunan biokimia alga hijau sama dengan tumbuhan hijau. Kloroplasnya mengandung pigmen klorofil a dan b, karoten, dan xantofil. Zat tepung disimpan sebagai makanan cadangan. Dinding sel terbuat dari selulosa. Tubuhnya berupa sel tunggal, berbentuk benang, atau berupa koloni yang berbentuk pipih, disebut talus.

Contoh: – *Chlamydomonas* sp. (uniseluler)  
– *Spirogyra* sp. (filamen/seperti pita)

### 3) *Filum Phaeophyta (Alga Cokelat)*

Alga cokelat hidup di daerah intertidal (pasang surut) dari pantai berbatu karang. Tubuhnya berbentuk talus multiseluler dengan beberapa diferensiasi pada jaringan. Kloroplasnya mengandung pigmen klorofil a dan c dengan pigmen karoten yang tertutup oleh pigmen cokelat, fukosantin. Cadangan makanannya berupa karbohidrat dan laminarin. Berkembang biak secara seksual, dan beberapa alga cokelat mempunyai pergantian generasi, yaitu haploid dan diploid, contohnya *Fucus* sp.

### 4) *Filum Rhodophyta (Alga Merah)*

Alga merah adalah tumbuhan laut dari bagian bawah daerah pasang surut. Kloroplas mengandung klorofil a, karoten, dan pigmen xantofil, yang semuanya tertutup oleh pigmen merah, phycobilin. Pigmen merah mampu menyerap gelombang cahaya matahari di kedalaman air laut, contohnya *Chondrus* sp.



Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer, 2002

▲ Gambar 9.15 *Chondrus* sp.

### 5) *Filum Oomycota (Oomycetes)*

Tubuh organisme ini terdiri atas hifa tanpa sekat, contohnya *Phytophthora* sp.

## 3. Kingdom Fungi (Jamur)

Fungi merupakan organisme eukariota dengan dinding pelindung dari kitin. Tubuhnya berupa miselium dari jalinan hifa. Hifa memiliki sekat/septa yang membagi-bagi hifa menjadi beberapa bagian multinukleat.

Fungi tidak mempunyai klorofil dan makanannya didapatkan tidak secara fotosintesis. Beberapa fungi bersifat parasit dan beberapa fungi yang lain bersimbiosis mutualisme, serta mengekresikan enzim pada makanan dan menyerap hasil pencernaan (eksternal). Namun, sebagian besar bersifat saprofit (menyerap makanan).

Sebagian besar fungi berkembang biak secara seksual dan aseksual. Gamet (sel kelamin) dan spora dihasilkan tanpa flagella. Kingdom fungi terbagi menjadi beberapa filum sebagai berikut.

### a. *Filum Zigomycota (Zigomicetes)*

Organisme ini merupakan jamur saprofit yang tersebar di tanah dan kompos (pupuk) dan berperan membusukkan makanan. Miseliumnya tersusun dari hifa tanpa dinding penyekat. Reproduksi seksualnya menghasilkan sebuah spora multinukleat, zigospora, melalui konjugasi dan hifa, contohnya *Mucor* sp. (Gambar 9.16)



Sumber: <http://google.com>

▲ Gambar 9.16 *Mucor* sp.



### b. Filum Ascomycota (Ascomycetes)

Organisme berupa yeast (jamur ragi, bersel satu), berbentuk kuncup atau serbuk. Reproduksi seksualnya melibatkan spora (askospora) yang dihasilkan di dalam kantong (askus). Hifanya disekat oleh septa (tunggal: septum). Septum mempunyai pori di bagian tengah, sehingga sitoplasma di sepanjang miselium saling berhubungan.

Contoh: – Yeast (*Saccharomyces* sp.) atau jamur ragi.

– *Neurospora* sp.

– *Sordaria*

### c. Filum Basidiomycota (Basidiomycetes atau jamur sesungguhnya)

Jamur ini memiliki ciri khas berkembang biak secara seksual dengan melibatkan spora (basidiospora) yang diproduksi pada ujung hifa berbentuk topi/payung disebut basidium.

Contoh: *Agaricus* sp.

### d. Filum Mycophycophyta (Lichens)

Lichens sangat sulit diklasifikasi dalam sistem klasifikasi. Lichens merupakan gabungan dua organisme, yaitu terbentuk dari alga (alga biru-hijau atau Cyanobakteri) dan jamur (umumnya Ascomycetes).

Thalus (lembaran) Lichens terdiri atas hifa jamur yang padat menyelubungi sel-sel alga dan membentuk lapisan kulit keras. Masing-masing komponen saling tergantung satu sama lain (simbiosis mutualisme).

Sel alga menghasilkan gula dan jamur yang berfungsi menyediakan mineral untuk fotosintesis alga. Lichens merupakan organisme pertama yang mampu hidup di daerah berbatu dan mampu bertahan hidup di segala kondisi disebut organisme perintis (*pioneer*). Namun, Lichens tidak dapat hidup di daerah yang sudah tercemar udaranya. Contohnya *Cladonia* sp. (Gambar 9.17)



Sumber: *Ensiklopedi Sains dan Kehidupan*, 2003

▲ Gambar 9.17 *Cladonia* sp.

## 4. Kingdom Plantae

Tumbuhan hijau merupakan organisme eukariota multiseluler dengan dinding sel dari bahan selulosa dan polisakarida yang lain. Tumbuhan hijau memperoleh makanan secara autotrof dan sebagian besar melalui fotosintesis. Proses fotosintesis memerlukan kloroplas yang mengandung pigmen klorofil a dan b, xantofil, dan karoten. Karbohidrat disimpan dalam bentuk butir-butir zat tepung. Siklus hidupnya melibatkan dua generasi yang saling berganti-ganti. Pertama, terdapat generasi diploid, dikenal sebagai saprofit yang membentuk spora. Selanjutnya, diikuti generasi haploid yang dikenal sebagai gametofit penghasil gamet (sel kelamin). Kingdom Plantae terbagi menjadi beberapa filum sebagai berikut.

### a. Filum Bryophyta (Tumbuhan Lumut)

Tumbuhan hijau dengan generasi gametofit yang lebih dominan dan menonjol. Tumbuhan ini tidak mempunyai pembuluh xilem (menyalurkan air dari tanah) dan floem (menyalurkan makanan). Sebagian besar Bryophyta tumbuh di tanah dan tempat yang lembap. Tumbuhan ini tidak mempunyai akar yang sebenarnya, tetapi mempunyai rizoid untuk menambatkan diri di habitatnya.

Filum Bryophyta, yaitu kelas Hepaticae (lumut hati), lumut tanduk, dan kelas Musci (lumut daun). Contoh spesies dari kelas Hepaticae ialah *Pellia* sp. Contoh spesies dari kelas Musci adalah *Funaria* sp.

### b. Filum Pteridophyta (Tumbuhan Paku)

Tumbuhan hijau dengan generasi sporofit yang lebih dominan dan menonjol. Ciri khas dari anggota filum ini adalah daun muda yang akan tumbuh dan berkembang membentuk gulungan. Sporangia terletak di permukaan bawah daun dalam bentuk kumpulan yang disebut pori. Tumbuhan paku dibagi menjadi empat kelas, yaitu paku purba (*Psilophytinae*), paku kawat (*Lycopodiinae*), paku ekor kuda (*Equisetinae*), dan paku sejati (*Filicinae*).

Contoh:

- Paku purba → *Psilotum nudum*
- Paku kawat → *Lycopodium clavatum*
- Paku ekor kuda → *Equisetum debile*
- Paku sejati → *Adiantum cuneatum* (suplir)

### c. Tumbuhan Berbiji Terbuka

Tumbuhan berbiji terbuka disebut juga *Gymnospermae* atau tumbuhan berbiji telanjang karena bakal bijinya tidak dibungkus oleh daun buah. Bunga jantan dan betina terpisah pada ujung dahan yang berbeda dalam satu pohon. Biasanya daunnya dilapisi oleh lilin. Pada umumnya, tumbuhan ini sudah memiliki akar, batang, dan daun sejati.

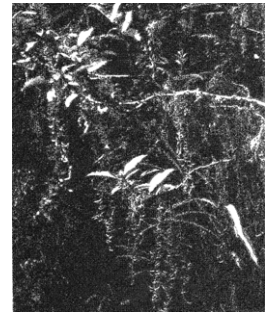
Contoh: pakis haji (Gambar 9.20), pinus, belinjo, dan *Ginkgo biloba*.

### d. Tumbuhan Berbiji Tertutup

Tumbuhan ini memiliki bakal biji yang tertutup oleh daun buah. Kelompok ini merupakan tumbuhan darat yang paling dominan. Ciri khas kelompok ini adalah adanya bunga. Perkembangan bunga telah mengalami mekanisme evolusi penyebaran biji dan serbuk sari kadang-kadang melibatkan peran serangga, burung, dan mamalia, serta bantuan angin dan air. Tumbuhan berbiji tertutup dibedakan menjadi tumbuhan dikotil dan monokotil.

#### 1) Tumbuhan Monokotil

Sebagian besar tumbuhan monokotil mempunyai pembuluh paralel (berurat daun sejajar) pada daunnya.



Sumber: *Indonesian Heritage*, 2002

▲ Gambar 9.18 Lumut hati



Sumber: *Indonesian Heritage*, 2002

▲ Gambar 9.19 Paku ekor kuda



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ Gambar 9.20 Pakis haji





Sumber: *Ensiklopedi Umum untuk Pelajar*, 2005

▲ **Gambar 9.21** Jagung termasuk salah satu tumbuhan monokotil



Sumber: *Ensiklopedi Umum untuk Pelajar*, 2005

▲ **Gambar 9.22** Petai termasuk salah satu tumbuhan dikotil

Embrio tumbuhan ini di dalam bijinya mempunyai kotiledon tunggal (daun biji/keping biji). Secara umum, tumbuhan monokotil memiliki ciri-ciri sebagai berikut.

- Berakar serabut.
- Batang tidak bercabang dan tidak berkambium sehingga batang tidak dapat tumbuh membesar, hanya mampu memanjang.
- Kelopak dan mahkota bunga berjumlah tiga atau kelipatan tiga.

Beberapa suku anggota kelas monokotil, antara lain:

- suku padi-padian (*Gramineae*), contoh padi, jagung, dan gandum;
- suku lilia (*Liliaceae*), contoh lidah buaya, bawang merah, dan bawang putih;
- suku anggrek-anggrekan (*Orchidaceae*), contoh anggrek bulan dan vanili.

## 2) Tumbuhan Dikotil

Tumbuhan dikotil mempunyai daun dengan urat daun yang membentuk jaring-jaring. Embrio tumbuhan di dalam biji. Tumbuhan dikotil mempunyai dua kotiledon (daun biji/keping biji).

Ciri-ciri umum tumbuhan dikotil, antara lain berakar tunggang, batang bercabang, susunan daun tersebar, berkambium, batang tumbuh membesar, dan memiliki bagian bunga berjumlah kelipatan 2, 4, atau 5.

Beberapa suku yang termasuk tumbuhan dikotil, antara lain suku kacang-kacangan (*Papilionaceae*), suku jarak-jarikan (*Euphorbiaceae*), suku terung-terungan (*Solanaceae*), suku kapas-kapasan (*Malvaceae*), suku jambu-jambuan (*Myrtaceae*), dan suku jeruk-jerukan (*Rutaceae*).

## 5. Kingdom Animalia (Hewan)

Kalau kita amati lingkungan di sekitar kita, banyak terdapat berbagai macam jenis hewan. Tiap-tiap hewan yang kita amati tersebut memiliki ciri yang berbeda. Dapatkah kamu menyebutkan anggota dan ciri organisme anggota kingdom Animalia?

Hewan merupakan makhluk hidup eukariota multiseluler. Sebagian besar hewan menunjukkan diferensiasi jaringan yang kompleks dan mempunyai sistem saraf untuk mengkoordinasikan gerak tubuh dan respon terhadap lingkungan. Beberapa hewan mempunyai organ tubuh yang telah berspesialisasi. Hewan mendapatkan makanannya secara heterotrof. Hewan tidak mempunyai dinding sel.

Kingdom Animalia terbagi menjadi beberapa filum sebagai berikut.

**a. Filum Porifera (Hewan Berpori)**

Spongia adalah hewan-hewan dengan struktur yang sangat sederhana. Spongia merupakan satu-satunya hewan yang kehilangan sistem saraf. Contoh: *Leucosolenia* sp.

**b. Filum Coelenterata (Hewan Berongga)**

Semua hewan Coelenterata adalah hewan air, kebanyakan air laut. Tubuhnya simetri radial, dilihat secara penampang melintang. Nama Coelenterata berarti berongga usus. Coelenterata mempunyai kantong, seperti rongga tubuh, saluran pencernaan atau usus (enteron), dengan sebuah lubang terbuka untuk keluar masuknya makanan. Dinding tubuh terdiri atas dua lapisan (diploblastik), yaitu ektoderm (lapisan luar) dan endoderm (lapisan dalam). Kedua lapisan itu dipisahkan oleh lapisan gel nonseluler disebut mesoglea. Beberapa Coelenterata memperlihatkan polimorfisme, yaitu dua bentuk tubuh yang berbeda. Bentuk tubuh yang berbeda ini tampak berganti-ganti selama siklus hidupnya, yaitu bentuk polip dan medusa. Lapisan ektoderm dilengkapi dengan tentakel yang mengandung sel penyengat (*knidoblast*) untuk menyengat (menyering) mangsanya. Sel penyengat menusuk dan memasukkan racun ke tubuh mangsa.

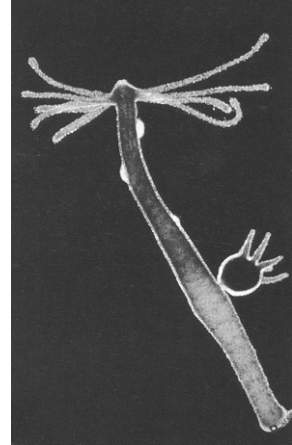
Filum Coelenterata terbagi menjadi kelas Hydrozoa, kelas Scyphozoa, dan kelas Anthozoa. Kelas Hydrozoa mempunyai bentuk tubuh yang dominan berupa polip (melekat dasar perairan) dan mempunyai bentuk tubuh medusa (bebas berenang). Kelas Scyphozoa mempunyai siklus hidup yang didominasi bentuk medusa dan mempunyai bentuk polip. Kelas Anthozoa hanya tampak dalam bentuk polip. Enteron/rongga tubuh terbagi dalam ruang radial besar yang disebut mesenteron.

Contoh: – Kelas Hydrozoa → *Hydra* sp. (Gambar 9.23)  
– Kelas Scyphozoa → *Aurelia* sp.  
– Kelas Anthozoa → *Actinia* sp.

**c. Filum Platyhelminthes (Cacing Pipih)**

Sesuai namanya, cacing pipih berbentuk pipih, tidak bersegmen (beruas-ruas). Sebagian besar anggotanya mempunyai mulut dan saluran pencernaan yang buntu, tak beranus. Cacing pipih mempunyai sel api di bagian mesoderm yang berfungsi untuk ekskresi dan osmoregulasi. Sebagian besar cacing pipih hermafrodit dengan sistem reproduksi yang kompleks sehingga meminimalkan kemungkinan fertilisasi sendiri. Filum ini sebagian besar beranggotakan hewan-hewan parasit yang penting. Beberapa kelas anggota filum Platyhelminthes ialah kelas Turbellaria, kelas Trematoda, dan kelas Cestoda.

Contoh: Kelas Turbellaria → *Planaria* sp.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ Gambar 9.23 *Hydra* sp.



Sumber: *Ensiklopedi Iptek*, 2004

▲ Gambar 9.24 Cacing pita yang hidup di dalam usus sapi (diperbesar)

Kelas Trematoda → *Fasciola* sp. (cacing hati)

Kelas Cestoda → *Taenia* sp. (cacing pita)

#### d. Filum Nematoda (Cacing Gilig)

Nematoda mempunyai tubuh yang kecil, penampang melintangnya berbentuk bulat, dan meruncing di kedua ujungnya. Nematoda merupakan cacing yang tidak bersegmen (beruas). Tubuhnya diliputi oleh lapisan kutikula yang tipis dan elastis dari bahan kutikula.

Tubuhnya mengandung saluran pencernaan tak bercabang dengan mulut dan anus. Nematoda berkembangbiak secara seksual, dengan alat kelamin yang terpisah pada individu yang berbeda. Sebagian besar nematoda hidup bebas di laut, air tawar, dan di darat tetapi beberapa yang lain hidup sebagai parasit pada hewan dan tumbuhan.

Contoh: *Ascaris* sp.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ Gambar 9.25 *Lumbricus teresris* (cacing tanah)

#### e. Filum Anelida (Cacing Bersegmen)

Anelida adalah cacing-cacing, seperti hewan dengan segmen metameri yang bersekat. Segmen terlihat jelas dari luar, seperti cincin. Adapun di bagian dalam tubuh, segmen dipisahkan oleh septa (sekat). Permukaan tubuh bagian luar dilindungi oleh kutikula dari protein yang tipis dan elastis. Ekskresi dan osmoregulasi dilakukan oleh tiap segmen yang diatur oleh tubula (saluran) bersilia yang disebut nefridia. Sistem saraf pusat berupa ganglia oesofagus anterior yang berhubungan dengan serabut saraf ventral dan saraf segmen. Beberapa kelas dari filum Anelida, antara lain kelas Polychaeta, kelas Oligochaeta, dan kelas Hirudinae.

Contoh: Kelas Polychaeta → *Nereis* sp.

Kelas Oligochaeta → *Lumbricus teresris* (cacing tanah)

Kelas Hirudinae → *Hirudo medicinalis* (lintah)

#### f. Filum Mollusca (Moluska)

Kelompok Moluska adalah hewan-hewan yang sangat beragam dan sukses bertahan hidup di berbagai habitat. Moluska merupakan hewan terbesar kedua dalam jumlah spesies. Moluska juga beranggotakan fosil yang sangat tua.

Moluska merupakan hewan lunak dengan sedikit atau tanpa segmentasi. Tubuhnya terbagi menjadi kepala, kaki otot, dan kumpulan organ dalam (*viscera*) atau bonggol. Beberapa hewan mempunyai mantel yang melingkupi organ dalam (*viscera*) atau bonggol. Beberapa hewan mempunyai mantel yang melingkupi organ *viscera* dan bercangkang. Antara mantel dan dinding tubuh terdapat ruang mantel. Beberapa moluska mempunyai insang (*ctenidia*) di rongga mantel, sedangkan beberapa hewan lain menggunakannya untuk pertukaran gas. Sebagian besar moluska mempunyai lidah parut, seperti radula untuk makan. Tahap larvanya berupa larva trochophora. Moluska beranggotakan tujuh kelas.

Beberapa di antaranya, yaitu kelas Gastropoda, kelas Pelecypoda (lamellibranchiata atau bivalvia), kelas Cephalopoda.

Contoh: Kelas Gastropoda → *Helix* sp. (bekicot)

Kelas Pelecypoda → *Mytilus* sp. (kerang laut)

Kelas Cephalopoda → *Octopus* sp. (gurita).



Sumber: Jendela Iptek, 2001

▲ Gambar 9.26 *Helix* sp. (bekicot)

### g. Filum Arthropoda

Arthropoda merupakan kelompok hewan-hewan dengan jumlah yang sangat besar. Tubuh serangga bersegmen dan permukaannya dilindungi oleh eksoskeleton atau rangka luar dari zat kitin. Eksoskeleton secara berkala mengelupas atau mengalami ekdisis (*moulting*) selama pertumbuhannya. Arthropoda juga mempunyai kaki beruas (bersendi) berjumlah sepasang tiap segmen. Arthropoda mempunyai sistem sirkulasi terbuka. Kelompok makhluk hidup yang besar ini terbagi menjadi beberapa kelas.

Contohnya udang, lipan, laba-laba, kutu, dan belalang.



Sumber: Ensiklopedi Sains dan Kehidupan, 2002

▲ Gambar 9.27 Kelompok hewan kelas filum Arthropoda

### h. Filum Echinodermata

Echinodermata adalah organisme yang hidup di dasar laut. Filum ini meliputi bintang laut, landak laut, dan teripang. Hewan yang sudah dewasa mempunyai simetri radial, tetapi larvanya bersimetri bilateral. Mulut berada di permukaan bawah dan anus di permukaan atas. Hewan ini mempunyai sistem pembuluh air dan kaki untuk bergerak dan mengumpulkan makanan.

Contohnya *Asterias* sp. (bintang laut).



Sumber: Jendela Iptek, 2001

▲ Gambar 9.28 Bintang laut

### i. Filum Chordata

Chordata adalah hewan yang menunjukkan ciri khusus dalam perkembangannya. Ciri-ciri khusus itu sebagai berikut.

- 1) Serabut saraf dorsal (punggung) yang terletak di rongga.
- 2) Berekor.
- 3) Satu set insang di kerongkongan, dikenal sebagai celah *viscera* atau *faringeal*.
- 4) Sistem sirkulasi darah yang membawa darah mengalir ke tubuh bagian dorsal dan ventral.

Beberapa kelas dari filum chordata, yaitu kelas Aves, Amfibi, Pisces, Reptilia, dan Mamalia.



## Latihan

1. Berdasarkan apakah ahli biologi membedakan organisme prokariota dan eukariota?
2. Sebutkan ciri-ciri hewan anggota filum Coelenterata.
3. Sebutkan ciri khas hewan mamalia.



## Rangkuman

1. Gejala hidup merupakan ciri-ciri makhluk hidup yang membedakannya dengan benda tak hidup.
2. Makhluk hidup mempunyai ciri-ciri hidup antara lain bernapas, memerlukan makanan, bergerak, tumbuh dan berkembang, berkembang biak, menerima dan menanggapi rangsang, mengeluarkan zat sisa, dan beradaptasi.
3. Tumbuhan dan hewan dapat dibedakan dalam hal gerakan, makanan, dan adaptasi.
4. Keanekaragaman makhluk hidup yang terjadi pada suatu jenis organisme disebut variasi.
5. Makhluk hidup yang beraneka ragam dapat dikelompokkan berdasarkan persamaan ciri-cirinya dan dibedakan dengan kelompok lain karena perbedaan ciri-cirinya juga.
6. Tingkatan dalam sistem klasifikasi makhluk hidup disebut takson. Nama-nama takson dari tingkat yang paling besar ke tingkat yang kecil adalah regnum/kingdom, divisio/phylum, class/kelas, ordo/bangsa, familia/suku, genus/marga, dan spesies/jenis.
7. Tata nama ganda (*binomial nomenclatur*) merupakan sistem penamaan ilmiah makhluk hidup menggunakan bahasa latin.
8. Salah satu cara untuk mengenal suatu makhluk hidup yang sudah dikenali di dunia ilmu pengetahuan dapat digunakan kunci determinasi.
9. Makhluk hidup dikelompokkan dalam sistem lima kingdom, yaitu Monera, Protista, Fungi, Plantae, dan Animalia.



## Refleksi

Setelah mempelajari mengenai Makhluk Hidup, tentu kamu sudah memahami dan dapat menjelaskan kembali tentang:

1. Ciri-ciri makhluk hidup
2. Keanekaragaman makhluk hidup
3. Klasifikasi makhluk hidup
4. Klasifikasi lima kingdom

Apabila kamu belum sepenuhnya memahami, cobalah pelajari kembali materi di atas secara cermat dan carilah referensi-referensi yang lain. Untuk lebih memantapkan pemahaman kamu, diskusikan dengan teman-temanmu dan mintalah bimbingan gurumu.



## Glosarium

<i>adaptasi</i>	: penyesuaian diri dengan lingkungan
<i>diferensiasi</i>	: proses pembedaan
<i>diploid</i>	: memenuhi dua perangkat kromosom
<i>eksoskeleton</i>	: struktur penunjang yang keras disekresikan oleh ekstoderm atau oleh kulit
<i>enzim</i>	: protein yang dihasilkan oleh organisme yang berfungsi sebagai katalisator
<i>haploid</i>	: satu sel kromosom yang tidak berpasangan
<i>impuls</i>	: rangsangan atau gerak yang timbul dengan tiba-tiba untuk melakukan sesuatu tanpa pertimbangan
<i>karoten</i>	: pigmen/warna jingga, merah, kuning yang semuanya hidrokarbon
<i>kutikula</i>	: lapisan semacam zat lemak yang tidak dapat dilewati air pada lapisan luar dinding sel-sel epidermis tumbuhan
<i>lipid</i>	: lemak
<i>modifikasi</i>	: pengubahan
<i>segmentasi</i>	: pembagian tubuh menjadi bagian atau satuan-satuan serupa yang tersusun dalam urutan linear (lurus)
<i>stomata</i>	: mulut daun
<i>xantofil</i>	: kelompok pigmen yang merupakan turunan karoten yang beroksigen berfungsi sebagai pigmen pembantu dalam proses fotosintesis



## Uji Kompetensi

Kerjakan soal-soal berikut di buku kerjamu.

### A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Untuk melestarikan jenisnya, semua makhluk hidup harus memiliki kemampuan ....
  - a. menerima dan mereaksikan rangsang
  - b. memerlukan makanan
  - c. melakukan adaptasi
  - d. berkembang biak
2. Kupu-kupu, jika dimasukkan ke dalam kantong plastik tertutup akan mati karena ....
  - a. tidak bisa terbang bebas
  - b. tidak bisa bergerak
  - c. tidak bisa bernapas
  - d. tidak bisa mencari makanan

3. Gerak sebagian tubuh tumbuhan disebabkan oleh hal-hal berikut, *kecuali* ....  
 a. air                                      c. cahaya matahari  
 b. angin                                    d. gaya tarik bumi
4. Kaktus mempunyai luas permukaan daun yang kecil untuk mengurangi penguapan. Hal tersebut merupakan ciri makhluk hidup, yaitu ....  
 a. iritabilitas                              c. reproduksi  
 b. adaptasi                                   d. ekskresi
5. Kemampuan makhluk hidup untuk menerima dan mereaksi rangsang disebut ....  
 a. iritabilitas  
 b. spontanitas  
 c. gerak aktif  
 d. sistem koordinasi
6. Berikut ini ciri-ciri hidup yang membedakan tumbuhan dan hewan, *kecuali* ....  
 a. memerlukan makanan  
 b. ekskresi  
 c. bergerak  
 d. adaptasi
7. Klasifikasi makhluk hidup dipelajari dalam ....  
 a. taksonomi                              c. taksologi  
 b. biologi                                    d. topografi
8. Makhluk hidup dikelompokkan dalam suatu kategori tertentu secara bertingkat yang disebut ....  
 a. kingdom                                  c. akson  
 b. ragnum                                   d. takson
9. Berfotosintesis merupakan salah satu ciri utama kingdom ....  
 a. Fungi                                      c. Plantae  
 b. Animalia                                  d. Monera
10. Organisme pertama yang mampu hidup di daerah berbatu dan disebut sebagai organisme perintis adalah ....  
 a. jamur                                      c. Lichens  
 b. lumut                                       d. ginkgo biloba

**C. Jawablah soal-soal berikut dengan singkat dan tepat.**

1. Sebutkan ciri-ciri makhluk hidup yang membedakan dengan benda tak hidup.
2. Berilah contoh gerakan pada tumbuhan dan hewan yang merupakan salah satu ciri makhluk hidup.
3. Apakah tujuan berkembang biak (reproduksi) bagi makhluk sebagai salah satu ciri makhluk hidup?
4. Bagaimana cara mengidentifikasi makhluk hidup?
5. Apa manfaat kunci determinasi?



## Bab 10

# ORGANISASI KEHIDUPAN



Sumber: Ilmu Pengetahuan Populer, 2002

*Kamu sudah mengetahui bahwa bagian terkecil suatu benda (mati) adalah atom. Selain benda mati, di alam juga terdapat benda-benda hidup yang lebih dikenal sebagai makhluk hidup. Seperti halnya atom, makhluk hidup tersusun atas banyak sekali sel. Gambar di samping memperlihatkan suatu bentuk sel.*

*Fenomena sel sebagai struktur kehidupan dapat kamu pelajari pada bab ini. Pada bab ini kamu juga dapat mengetahui organ-organ dalam sel, jaringan, organ, dan sistem organ serta organisme.*

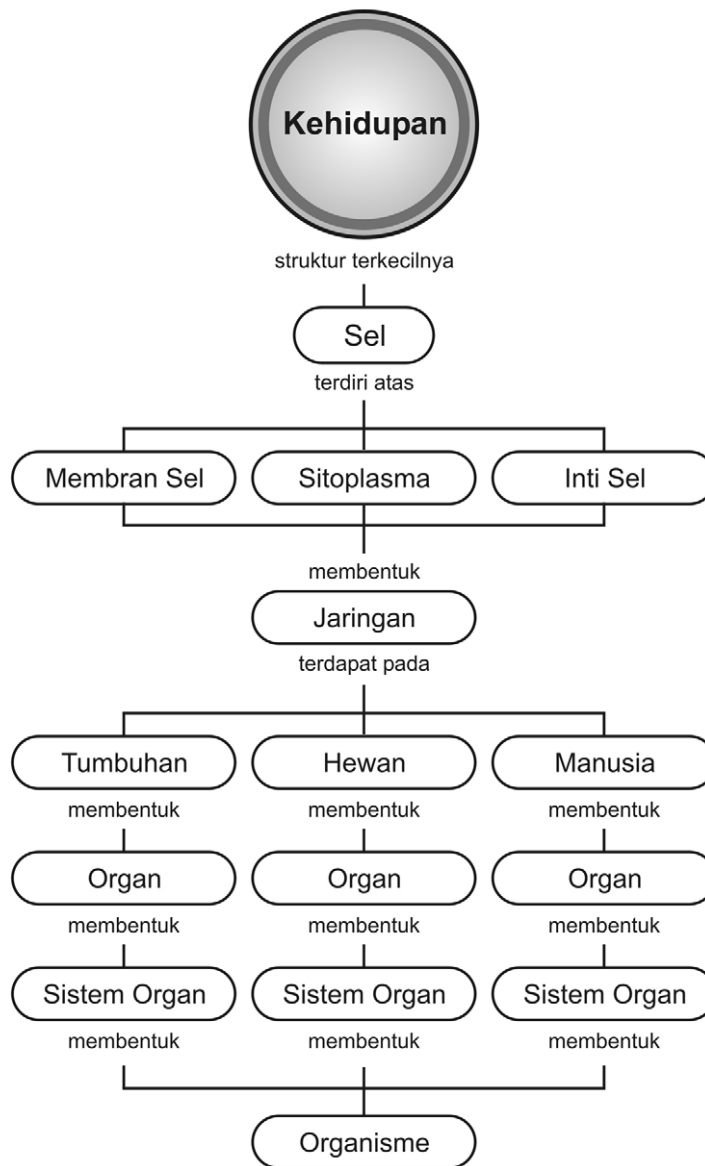
### ❖ Pretest ❖

1. Apakah sel itu?
2. Samakah sel hewan dengan sel tumbuhan?
3. Apakah perbedaan sel dan jaringan?

### ❖ Kata-Kata Kunci ❖

- organel
- jaringan
- organ





Pertama kali, sel ditemukan oleh Robert Hooke (1635–1703). Dia melihat kotak-kotak kecil dalam irisan gabus yang diamati melalui mikroskop. Selanjutnya, diketahui bahwa kotak-kotak itu adalah sel-sel yang sudah mati.



## A. SEL

Pada abad XIX, ilmuwan berkebangsaan Jerman Theodore Schwann (1810–1882) dan Mattias Jakob Schleden (1804–1881) secara terpisah mengadakan penelitian dan menyimpulkan bahwa semua makhluk hidup, baik yang sederhana maupun yang kompleks, terdiri atas sel.

Robert Brown (1831) mempelajari sel dan menemukan inti sel/nukleus di setiap sel yang diselidikinya. Dia menyimpulkan bahwa inti sel adalah bagian penting dari sel. Hal itu berbeda dengan pendapat Felix Dujardin (1835) yang menyatakan bahwa bagian terpenting dari sel adalah sitoplasma atau cairan dalam sel. Johannes Purkinje (1787–1874) menamakan cairan dalam sel tersebut sebagai protoplasma (cairan dalam sel hidup). Max Schultze (1825–1874), kemudian menambahkan sebuah teori bahwa selain sebagai struktur terkecil, sel juga merupakan satuan fungsional terkecil dan protoplasma sebagai dasar-dasar fisik kehidupan. Rudolf Virchow (1858) mengemukakan pendapatnya bahwa sel-sel itu berasal dari sel-sel sebelumnya (*omnis cellula cellula*). Jadi, sel juga merupakan satuan pertumbuhan.

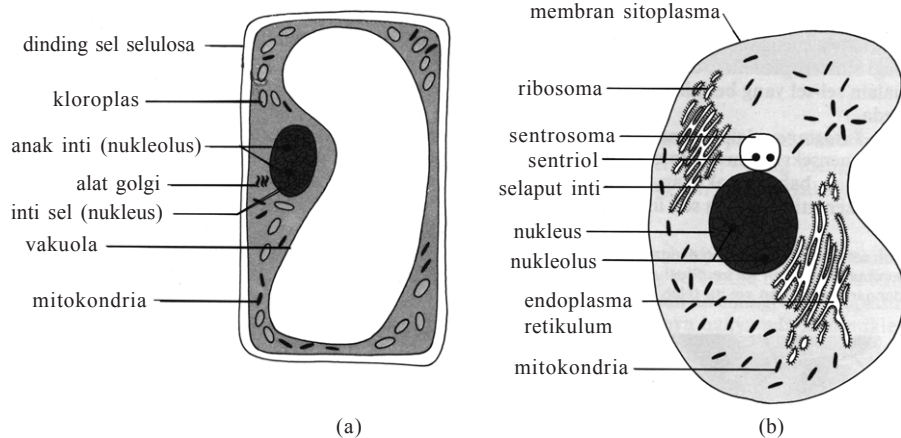
Jika pucuk tumbuhan (tunas batang) dipotong sangat tipis, kemudian diamati di bawah mikroskop, maka akan tampak bahwa ujung batang tersebut tersusun dari ribuan struktur kecil berbentuk kotak. Struktur itulah yang dinamakan sel. Makhluk hidup ada yang tersusun hanya satu sel. Makhluk hidup yang demikian disebut organisme bersel tunggal (monoseluler/uniseluler). Adapun, makhluk hidup yang tersusun dari banyak sel disebut organisme multiseluler.

Sel merupakan bagian terkecil dari makhluk hidup. Di dalam sel yang berukuran kecil tersebut berlangsung semua kegiatan hidup yang menunjang fungsi hidup suatu makhluk hidup. Oleh karena itu, selain sebagai satuan struktural yang terkecil, sel juga merupakan satuan fungsional yang terkecil.

Setiap sel terdiri atas beberapa bagian. Pada umumnya, sel memiliki tiga bagian utama, yaitu selaput plasma (membran sel), sitoplasma, dan inti sel (nukleus). Untuk lebih mudah memahami struktur sel perhatikan Gambar 10.1. Gambar tersebut merupakan struktur sel tumbuhan dan sel hewan.

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:  
*mendeskripsikan keragaman tingkat sel berdasarkan hasil pengamatan menggunakan mikroskop.*



▲ Gambar 10.1 (a) Sel tumbuhan  
(b) Sel hewan

Sumber: *Ilmu Pengetahuan Populer*,  
2002

## 1. Selaput Plasma

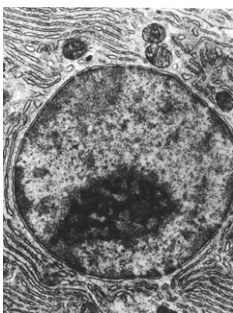
Selaput plasma adalah selaput tipis yang bersifat elastis dan memiliki pori-pori dengan berbagai ukuran. Hal itu menyebabkan membran sel hanya dapat dilalui oleh zat-zat dengan ukuran molekul tertentu. Sifat yang demikian dikenal dengan selaput/membran semipermeabel.

Selaput plasma mempunyai struktur yang tersusun dari senyawa *lipoprotein* (lemak dan protein). Lipoprotein berfungsi mengatur transportasi zat antarsel pada sel tumbuhan.

## 2. Sitoplasma

Plasma (cairan) sel yang terdapat di dalam inti sel disebut nukleoplasma. Adapun cairan sel yang terletak di luar inti dan memenuhi seluruh sel disebut sitoplasma (Gambar 10.2). Jadi, sitoplasma merupakan bagian terbesar dari sel. Di dalam sitoplasma terdapat berbagai zat yang diperlukan oleh sel dan zat-zat sisa metabolisme yang akan dikeluarkan. Karbohidrat, protein, lemak, pigmen/zat warna, dan kristal-kristal anorganik merupakan zat yang masih dibutuhkan sel dan sebagian besar terlarut dalam air.

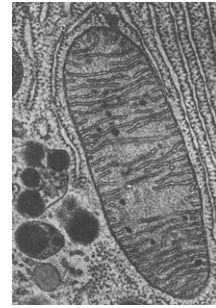
Di dalam sitoplasma juga terdapat beberapa partikel yang memegang fungsi utama sebagai pelaksana aktivitas sel dan disebut organel. Beberapa organel di dalam sel, antara lain mitokondria, lisosom, ribosom, badan golgi, sentrosom, plastida, vakuola, retikulum endoplasma.



Sumber: *Biologi 1*, 1993  
▲ Gambar 10.2 Sitoplasma yang mengitari nukleus (inti sel)

### a. Mitokondria

Organel ini berperan dalam respirasi (pernapasan) sel, yaitu oksidasi glukosa/gula dengan segala proses yang berkaitan dengan pembentukan energi. Mitokondria (Gambar 10.3) berbentuk seperti cerutu berukuran kecil. Organel ini ber dinding rangkap dua. Dinding bagian dalamnya berlekuk-lekuk, disebut krista. Hal itu dimaksudkan untuk memperluas bidang permukaan agar pembentukan energi lebih efektif.



Sumber: *Biologi 1*, 1993

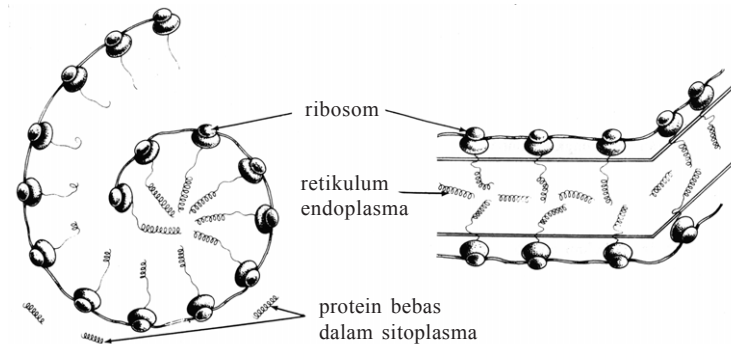
### b. Lisosom

Organel ini berperan dalam mensekresi atau memproduksi enzim-enzim untuk mencerna makanan. Lisosom banyak terdapat di dalam sel darah putih (leukosit).

▲ Gambar 10.3 Mitokondria

### c. Ribosom

Ribosom (Gambar 10.4) berperan dalam sintesis (pembentukan) protein, misalnya asimilasi N pada tumbuhan. Organel ini tampak, seperti butir-butir di sepanjang saluran dalam dan luar retikulum endoplasma atau terdapat bebas di dalam sitoplasma.



▲ Gambar 10.4 Ribosom

Sumber: *Histologi Dasar*, 1993

### d. Retikulum Endoplasma

Retikulum endoplasma tampak, seperti saluran berkelok-kelok di sekitar inti. Saluran ini menghubungkan membran sel dan membran inti sebagai alat transportasi. Saluran retikulum endoplasma tempat melekatnya ribosom disebut retikulum endoplasma kasar. Adapun retikulum endoplasma halus berupa saluran yang bersih dari butir-butir ribosom.

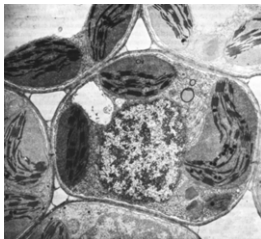
### e. Badan Golgi

Organel ini berkaitan dengan proses ekskresi/pengeluaran zat sisa. Organel ini berfungsi membungkus zat-zat sisa metabolisme, zat beracun dan kuman dalam kantong-kantong kecil, kemudian melepas kantong tersebut sampai ke membran sel dan mengeluarkan isinya ke luar sel. Organel ini berbentuk saluran memanjang dan berkelok-kelok dengan ujung saluran membulat dan tampak seperti melepas kantong. Organel-organel ini banyak ditemukan pada sel-sel kelenjar.

### Radar Sains

#### Organisme Multiseluler yang Sederhana

*Spirogyra* sp. adalah alga berbentuk benang yang tidak bercabang yang hidup di air tawar. Sel pertama dari benang *Spirogyra* sp. ini membentuk sel holdfast yang berfungsi sebagai alat melekat di dasar atau batu. Selain sel holdfast, semua sel mempunyai bentuk yang sama dan identik. Masing-masing sel itu dapat melakukan fungsi hidup sendiri dengan mandiri.



Sumber: *Biologi 1*, 1993

▲ Gambar 10.5 Vakuola pada sel dari daun bunga matahari.

#### f. Plastida

Plastida atau butir-butir pembawa zat warna merupakan organel yang khas pada sel tumbuhan disebut juga kromatofora. Plastida yang masih muda (baru terbentuk) tampak bening (tak berwarna) disebut leukoplas. Beberapa plastida pembawa zat warna antara lain kloroplas (pembawa zat warna hijau daun/klorofil) dan kromoplas (pembawa zat warna lain). Ada dua macam klorofil, yaitu klorofil a ( $C_{55}H_{72}O_5N_4Mg$ ) berwarna hijau biru dan klorofil b ( $C_{55}H_{70}O_6NH_4Mg$ ) berwarna hijau kuning. Pembawa zat warna di dalam kromoplas, antara lain *fikosianin* (pembawa zat warna biru), *fikoeritrin* (pembawa zat warna merah), *fikosantin* (pembawa zat warna pirang), *karoten* (pembawa zat warna kuning), dan *melanin* (pembawa zat warna hitam).

Beberapa plastida berfungsi sebagai tempat cadangan makanan, yaitu amiloplas (pembentuk zat tepung), pada sel-sel umbi akar dan biji. Plastida sebagai pembentuk minyak disebut elaioplas, terdapat di kulit.

#### g. Vakuola

Organel vakuola (Gambar 10.5) merupakan rongga di dalam sitoplasma yang ber dinding semi-permeabel dan disebut tonoplas. Vakuola sering ditemukan dan banyak terdapat pada sel tumbuhan.

### 3. Inti Sel

Inti sel (nukleus) mempunyai ukuran yang relatif besar, berbentuk bulat atau bulat telur. Kadang-kadang berbentuk tidak teratur. Sebagian besar sel mempunyai sebuah nukleus. Inti sel biasanya memiliki membran/selaput inti. Sel yang demikian disebut *eukariota*. Adapun sel yang intinya tidak berselaput disebut *prokariota*. Di dalam inti sel terdapat cairan inti (nukleoplasma) dengan butiran/benang-benang kromatin. Butiran ini mudah menyerap zat warna yang dipakai saat pengamatan menggunakan mikroskop. Benang-benang ini pada saat pembelahan sel akan menebal menjadi kromosom. Di dalam kromosom terdapat gen, yaitu pembawa sifat keturunan.



### Latihan

1. Sebutkan tiga bagian utama pada sel tumbuhan dan hewan? Sebutkan masing-masing fungsinya.
2. Mengapa semua sel tidak berbentuk sama?
3. Sebutkan bagian sel tumbuhan yang tidak ditemukan pada sel hewan?
4. Apa yang membuat tumbuhan berwarna hijau? Berfungsi untuk apakah struktur ini?



## B. JARINGAN

Pada organisme multiseluler, sel-sel dengan bentuk, jenis, dan ukuran yang sama bergabung dan bekerja sama melakukan suatu fungsi dalam suatu jaringan. Jadi, jaringan adalah kumpulan sel dengan bentuk dan fungsi yang sama.

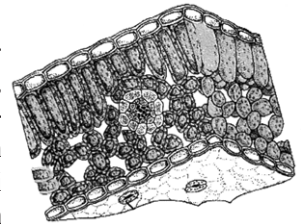
Pada awalnya, jaringan dibentuk oleh jaringan embrional. Jaringan itu membelah dan terdiferensiasi (mengalami spesialisasi) membentuk berbagai jenis jaringan sesuai fungsinya.

### 1. Jaringan Tumbuhan

Pada tumbuhan, terutama di titik-titik tumbuh, terdapat jaringan yang sel-sel penyusunnya masih aktif membelah, yaitu jaringan meristem. Titik tumbuh pada tumbuhan antara lain di ujung batang, ujung akar, dan di kambium. Jaringan-jaringan yang ada pada tumbuhan, antara lain jaringan epidermis, jaringan parenkim, jaringan pengangkut, jaringan pengokoh, dan jaringan endodermis.

#### a. Jaringan Epidermis

Jaringan epidermis (Gambar 10.6) berfungsi sebagai pelindung jaringan lain yang ada di sisi dalam. Bentuk sel-selnya pipih, melebar, dan tersusun rapat. Jaringan ini dapat ditemukan di permukaan batang, akar, dan daun. Permukaan luar epidermis dilapisi oleh lilin/kutikula. Jaringan epidermis sering mengalami modifikasi. Di bagian akar, epidermis mengalami modifikasi membentuk tonjolan ke arah luar menjadi bulu-bulu akar. Di permukaan daun, epidermis membentuk trikoma. Di permukaan daun bagian bawah, epidermis membentuk stomata (mulut daun) untuk pertukaran gas.

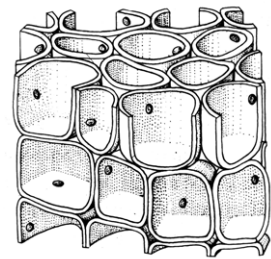


Sumber: *Ensiklopedi Sains dan Kehidupan*, 2003

▲ Gambar 10.6 Jaringan epidermis

#### b. Jaringan Parenkim

Jaringan parenkim (Gambar 10.7) mengisi seluruh bagian tumbuhan atau pengisi di antara jaringan lain. Bentuk sel-selnya ber dinding tipis dan terdapat ruang antarsel. Jaringan ini ada yang berfungsi sebagai tempat cadangan makanan atau sebagai tempat fotosintesis (di daun), karena mengandung kloroplas.



Sumber: *Biologi 1*, 1993

▲ Gambar 10.7 Jaringan parenkim

#### c. Jaringan Pengangkut

Jaringan pengangkut terdiri atas xilem (pembuluh kayu) dan floem (jaringan pembuluh tapis). Perhatikan Gambar 10.8.

Jaringan xilem berfungsi mengangkut zat hara dari dalam tanah ke daun untuk diubah menjadi zat makanan. Adapun jaringan floem berfungsi mengangkut zat makanan dari daun ke seluruh tubuh tumbuhan.

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:  
*mendeskripsikan tingkat jaringan menurut sel-sel penyusunnya.*



## Tugas Individu

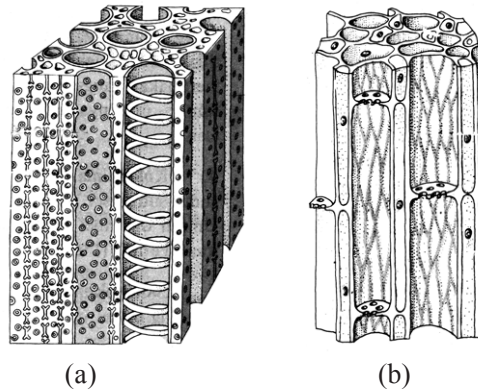
### (Rasa Ingin Tahu dan Berpikir Kritis)

Potonglah batang tumbuhan yang lunak dan segeralah masukkan bekas potongannya dalam air. Teteskan pewarna dalam air rendaman, biarkan air dan pewarna merambat ke atas pada batang itu.

- Dengan hati-hati potonglah batang secara melintang (longitudinal) tersebut.
- Kemudian sayatlah batang secara memanjang/membujur (vertikal).
- Dari gambar dua dimensi di atas, perkirakan gambar tiga dimensi sel-sel penyusun pembuluh xilem.

Xilem terdiri atas sel-sel yang berderet dari atas ke bawah. Dinding sel bagian atas dan bawah melebur, sehingga deretan sel-sel itu membentuk suatu saluran, berupa deretan sel yang sudah mati. Deretan sel-sel ini memiliki dinding sel yang diperkuat dengan zat kayu (zat *lignin*).

Floem terdiri atas deretan sel-sel yang membentuk saluran. Dinding sel bagian atas dan bawah tidak semuanya melebur, tetapi berlubang-lubang membuat semacam tapisan. Sel-sel ini merupakan sel hidup yang tidak berinti dan mendapatkan makanan dari sel pengiring yang bersebelahan.



Gambar 10.8 (a) Xilem  
(b) Floem

Sumber: *Biologi 1*, 1993

### d. Jaringan Pengokoh

Jaringan pengokoh berfungsi untuk mengokohkan dan menguatkan bagian dari tumbuhan (akar, batang, daun, atau buah). Berdasarkan sel penyusunnya, jaringan pengokoh dibedakan menjadi jaringan kolenkim dan sklerenkim.

Jaringan kolenkim memiliki dinding sel tebal di bagian sudutnya dari zat selulosa dan sel-selnya tersusun rapat. Jaringan ini sering dijumpai di dekat epidermis. Adapun jaringan sklerenkim tersusun dari kumpulan sel-sel mati berbentuk serabut atau sel yang bulat disebut steroid. Dinding selnya mengalami penebalan dari zat *lignin*. Serabut sklerenkim umumnya dijumpai pada tumbuhan monokotil di bagian bawah epidermis batang dan korteks batang.

### e. Jaringan Endodermis

Jaringan endodermis terdiri atas selapis sel yang terletak di batang dan akar. Sel-selnya memiliki penebalan dari zat gabus pada akar monokotil dan mengandung zat tepung pada akar dikotil. Jaringan ini berfungsi mengatur aliran air dari bulu-bulu akar ke jaringan pengangkut.

## f. Jaringan Meristem

Jaringan meristem (Gambar 10.9) tersusun dari sekelompok sel-sel yang aktif membelah. Jaringan meristem terdapat di ujung akar, ujung batang, dan ujung kambium.

## 2. Jaringan Hewan dan Manusia

Jaringan pada hewan dan manusia dibedakan menjadi jaringan epitel, jaringan penyokong/penunjang, jaringan otot, dan jaringan saraf.

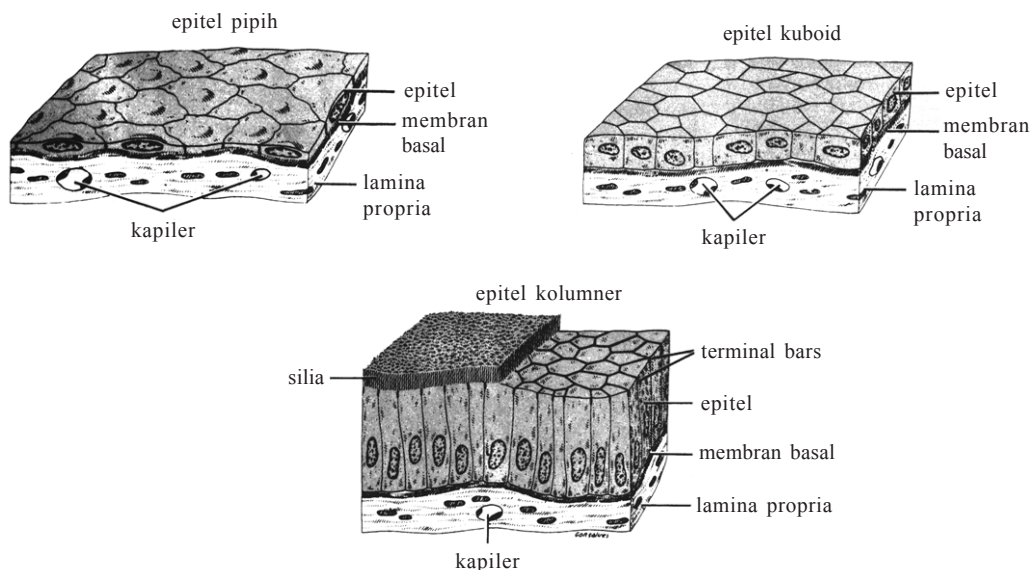
### a. Jaringan Epitel

Jaringan epitel (Gambar 10.10) merupakan jaringan yang menutupi permukaan tubuh, antara lain di rongga mulut, kelenjar ludah, dan lambung. Jaringan ini berfungsi untuk melindungi jaringan yang ada di dalamnya. Berdasarkan bentuk sel penyusunnya, jaringan epitel dibedakan menjadi epitel pipih (*squamosa*), epitel kuboid, dan epitel kolumnar. Epitel pipih berbentuk tipis dan pipih, melapisi suatu organ, misalnya di permukaan dalam kelenjar, pembuluh darah, dan dalam ginjal. Epitel kuboid berbentuk kubus, misalnya di permukaan kelenjar ludah dan kelenjar keringat. Epitel kolumnar berbentuk silindris, terdapat di usus. Sel-sel penyusun jaringan epitel dapat tersusun dalam selapis sel-sel atau berlapis banyak. Beberapa jaringan epitel memiliki bentuk transisi disebut epitel transisionil, misalnya di kandung kemih.



Sumber: *Ensiklopedi Sains dan Kehidupan*, 2003

▲ Gambar 10.9 Jaringan meristem



Sumber: *Histologi Dasar*, 1998

▲ Gambar 10.10 Bentuk-bentuk jaringan epitel



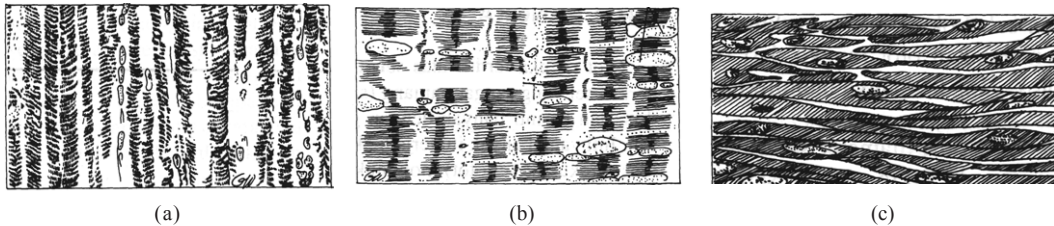
### b. Jaringan Penyokong

Jaringan ini berfungsi memberi perlindungan bagi organ lemah, memberi kekuatan, dan bantuan. Jaringan ini terdiri atas serabut, substansi dasar, sel-sel, dan beberapa cairan seluler. Jaringan penyokong terdiri atas jaringan ikat, jaringan tulang rawan, jaringan tulang, dan darah.

### c. Jaringan Otot

Berdasarkan bentuk sel penyusunnya, jaringan otot dibedakan menjadi jaringan otot polos, jaringan otot lurik, dan jaringan otot jantung. Jaringan otot polos tersusun dari sel-sel berbentuk cakram/gelendong dengan inti di tengahnya. Jaringan ini menyusun organ dalam. Jaringan otot lurik tersusun dari sel-sel berbentuk serabut dengan garis-garis gelap terang, berinti banyak. Jaringan otot jantung tersusun dari sel-sel berbentuk serabut bercabang dan bergaris gelap terang serta memiliki inti di tengah. Jaringan otot lurik disebut sebagai otot rangka karena merupakan penggerak rangka tubuh. Contohnya otot-otot kaki dan tangan.

Jaringan otot jantung sesuai namanya hanya terdapat pada jantung. Perhatikan perbedaan sel-sel penyusun jaringan otot pada Gambar 10.11 berikut.



▲ Gambar 10.11 (a) Jaringan otot rangka  
(b) Jaringan otot jantung  
(c) Jaringan otot polos

Sumber: *Histologi Dasar*, 1998

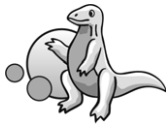
### d. Jaringan Saraf

Jaringan saraf tersusun dari sel-sel saraf. Sel saraf berbentuk benang-benang dengan bagian-bagiannya berupa badan sel, inti sel, neurit (akson), dan dendrit. Jaringan syaraf berfungsi menerima rangsang dan mengantarkan rangsang ke seluruh tubuh.



### Latihan

1. Sebutkan perbedaan antara jaringan pelindung pada hewan dan tumbuhan.
2. Hewan menggunakan jaringan saraf untuk menerima dan mengantarkan rangsang ke seluruh tubuh. Dengan apakah tumbuhan melakukan hal itu?
3. Sebutkan jaringan yang berfungsi sebagai penguat/penyokong pada tumbuhan dan hewan.



## C. ORGAN DAN SISTEM ORGAN

Organ terdiri atas beberapa jaringan yang bekerja sama menyusun dan menjalankan fungsi tertentu. Sebagai contoh, lambung adalah organ yang tersusun dari beberapa jaringan, antara lain sel-sel epitel, kelenjar, dan otot. Sel-sel ini mendapatkan makanan dan oksigen yang dibawa oleh pembuluh darah. Lambung juga mendapatkan suplai saraf.

Hati, paru-paru, usus, otak, dan mata merupakan beberapa contoh organ pada hewan. Adapun akar, batang, daun adalah organ-organ pada tumbuhan. Jaringan yang terdapat pada organ daun, antara lain epidermis, jaringan palisade, jaringan spons, xilem, dan floem.

Sistem organ merupakan sekumpulan organ-organ yang saling berkaitan untuk melaksanakan atau menjalankan suatu fungsi hidup. Sebagai contoh, jantung dan pembuluh darah menyusun sistem sirkulasi/pengangkutan, sedangkan otak, sumsum tulang belakang, dan sel saraf menyusun sistem saraf. Adapun pada tumbuhan berbunga, batang, daun, dan ujung tunas membentuk sistem pengangkutan.

Organ-organ dan sistem-sistem organ yang bekerja sama menghasilkan/membentuk tumbuhan atau hewan yang mampu berdiri sendiri. Sebagai contoh, pada Gambar 10.13 tubuh manusia tersusun atas sel-sel, jaringan-jaringan, dan organ-organ yang saling berhubungan.



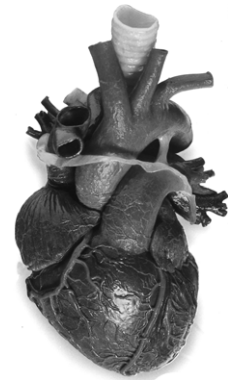
Sumber: *Ensiklopedia Iptek*, 2004

▲ **Gambar 10.13** Tubuh manusia tersusun dari sel-sel jaringan-jaringan, dan organ-organ yang saling berhubungan

## Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:

- ☛ mendeskripsikan keragaman tingkat organ dan sistem organ berdasar hasil pengamatan.
- ☛ mengaitkan hubungan antara sel, jaringan, organ, dan sistem organ penyusun tubuh organisme.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ **Gambar 10.12** Jantung termasuk salah satu organ pada hewan



## Latihan

1. Apa yang dimaksud organ?
2. Sebutkan jaringan-jaringan pembentuk organ kulit.
3. Sebutkan persamaan dan perbedaan organ akar dan batang.



## Rangkuman

1. Struktur dasar sel yaitu membran sel, sitoplasma, dan inti sel.
2. Di dalam sitoplasma terdapat organel-organel, antara lain mitokondria, sentrosom, dan ribosom.
3. Sel-sel tumbuhan mempunyai dinding sel dari bahan selulosa dan vakuola (rongga sel) yang besar.
4. Sejumlah besar sel-sel dengan struktur dan fungsi yang sama berkumpul membentuk suatu jaringan.
5. Beberapa jaringan yang berbeda bersama-sama melakukan satu fungsi dan menyusun organ.
6. Sekelompok organ yang melakukan suatu fungsi yang saling berkaitan membentuk suatu sistem organ.



## Refleksi

Setelah mempelajari mengenai Organisasi Kehidupan, tentu kamu sudah memahami dan mampu menjelaskan kembali tentang:

1. Sel
2. Jaringan
3. Organ dan sistem organ

Apabila ada hal-hal yang kamu anggap belum jelas untuk dipahami, pelajari kembali materi di atas dengan cermat. Jika perlu bacalah referensi pendukungnya dari majalah, buku, maupun internet, kemudian diskusikan dengan temanmu.



## Glosarium

*metabolisme* : rangkaian perubahan kimiawi yang berkesinambungan dalam tubuh makhluk hidup untuk mempertahankan kehidupan

*organel* : bermacam-macam struktur yang terdapat dalam sebuah sel yang masing-masing mempunyai suatu fungsi khusus (organ sel)




## Uji Kompetensi

Kerjakan soal-soal berikut di buku kerjamu.

### A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.

1. Sel memiliki tiga bagian utama, yaitu ....
  - a. kloroplas, mitokondria, dan vakuola
  - b. sitoplasma, membran sel, dan inti
  - c. inti, mitokondria, dan vakuola
  - d. mitokondria, kloroplas, dan inti

2. Sel penjaga terdapat pada organ ....
  - a. batang
  - b. akar
  - c. biji
  - d. daun

3.  Gambar di samping menunjukkan jaringan yang tersusun dari sel ....
  - a. otot lurik
  - b. otot jantung
  - c. otot polos
  - d. saraf

4. Jaringan darah terdiri atas ....
  - a. sel darah dan plasma
  - b. plasma dan serum
  - c. sel saraf dan sel darah
  - d. plasma dan sel saraf

5. Organ sel yang berperan dalam sintesis protein adalah ....
  - a. badan golgi
  - b. ribosom
  - c. lisosom
  - d. retikulum endoplasma

6. Organel yang bertanggung jawab pada proses respirasi sel adalah ....
  - a. kloroplas
  - b. mitokondria
  - c. inti sel
  - d. lisosom

7. Jaringan yang berfungsi memberi perlindungan bagi organ lemah, memberi kekuatan, dan bantuan disebut ....
  - a. jaringan saraf
  - b. jaringan epitel
  - c. jaringan otot
  - d. jaringan penyokong

8. Organ tumbuhan yang bertanggung jawab dalam proses pengubahan energi matahari menjadi energi kimia adalah ....
  - a. daun
  - b. batang
  - c. akar
  - d. bunga

9. Jaringan yang bertanggung jawab pada proses transportasi tumbuhan adalah ....
- a. jaringan meristem dan endodermis
  - b. jaringan xilem dan floem
  - c. jaringan floem dan epidermis
  - d. jaringan tiang dan spons
10. Jaringan epitel pada hewan mempunyai fungsi yang sama dengan jaringan ... pada tumbuhan.
- a. meristem      c. parenkim
  - b. pengangkut      d. epidermis

**B. Jawablah soal-soal berikut dengan singkat dan tepat.**

1. Apakah fungsi organel-organel sel berikut.
  - a. Mitokondria
  - b. Ribosom
  - c. Badan golgi
2. Sebutkan jaringan-jaringan yang terdapat pada:
  - a. tumbuhan;
  - b. hewan.
3. Di manakah terdapat sel-sel meristematik? Bagaimana cara mereka berperan dalam pertumbuhan?
4. Bagaimana hubungan sistem organ dengan gejala hidup sebagai ciri-ciri makhluk hidup?
5. Mengapa suatu organisme multi seluler harus mempunyai bagian-bagian tubuh dengan fungsi masing-masing? Jelaskan.

## Bab 11

# EKOSISTEM DAN KEANEKARAGAMAN MAKHLUK HIDUP



Sumber: Jendela Iptek, 2001

*Coba perhatikan lingkungan di sekitarmu. Di sekeliling kita terdapat berbagai makhluk hidup. Dalam habitatnya, tumbuhan dan hewan saling berinteraksi.*

*Berbagai keanekaragaman makhluk hidup itu memerlukan perlindungan agar tidak punah. Manusia, dengan kemajuan teknologinya dapat menyebabkan kepunahan tetapi juga dapat melestarikan keanekaragaman makhluk hidup. Gambar di samping menunjukkan suatu ekosistem yang perlu dijaga kelestariannya.*

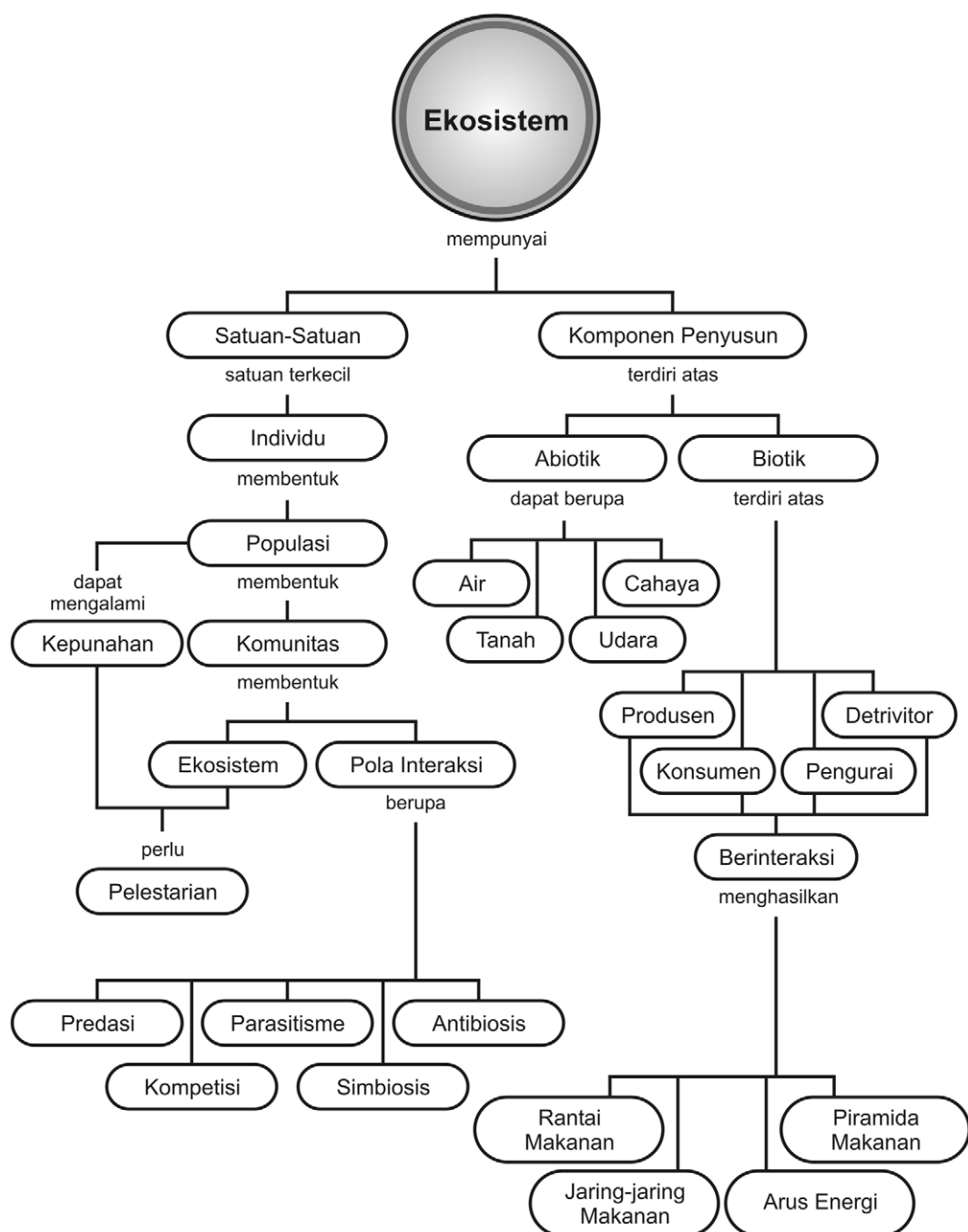
*Fenomena ekosistem dan keanekaragaman makhluk hidup dapat kamu pelajari pada bab ini. Pada bab ini kamu juga dapat mempelajari komponen-komponen ekosistem dan interaksinya serta usaha pelestariannya.*

### ❖ Pretest ❖

1. Apa yang dimaksud populasi?
2. Jelaskan peranan pengurai/detritivor dalam sebuah ekosistem.
3. Apa yang dimaksud simbiosis komensalisme? Berilah contoh.
4. Sebutkan faktor-faktor penyebab kepunahan tumbuhan dan hewan langka.
5. Apakah fungsi cagar alam dan suaka margasatwa.

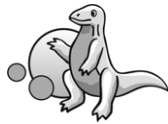
### ❖ Kata-Kata Kunci ❖

- |              |              |                  |
|--------------|--------------|------------------|
| – cagar alam | – margasatwa | – rantai makanan |
| – ex situ    | – populasi   | – simbiosis      |
| – in situ    | – produsen   |                  |





Pada bab-bab sebelumnya kamu sudah mempelajari gejala alam kebendaan, baik alam abiotik maupun alam biotik. Pada bab ini kamu akan mempelajari keterpaduan gejala alam tersebut. Tahukah kamu pengertian individu, populasi, komunitas, dan ekosistem? Untuk mengetahuinya, ikutilah uraian berikut dengan saksama.



## A. SATUAN-SATUAN DALAM EKOSISTEM

Segala sesuatu di luar makhluk hidup dan mungkin dapat memengaruhi keberadaannya disebut lingkungan. Pada lingkungan, terdapat kondisi atau persyaratan bagi suatu makhluk hidup untuk hidup. Misalnya, lingkungan kecebong terdiri atas air. Suhu air akan memengaruhi pertumbuhan dan aktivitas kecebong. Lingkungan air menyediakan tumbuhan dan hewan sebagai sumber makanan bagi kecebong. Air mengandung oksigen terlarut yang diperlukan kecebong untuk bernapas melalui insang. Dengan demikian, air, oksigen, dan makanan merupakan bagian dari lingkungan kecebong. Jadi, antara makhluk hidup dan lingkungannya terjadi suatu interaksi atau hubungan. Makhluk hidup yang berinteraksi terhadap dan lingkungannya membentuk suatu kesatuan yang disebut ekosistem.

Dalam suatu ekosistem, terdapat satuan-satuan makhluk hidup, antara lain individu, populasi, dan komunitas.

### 1. Individu

Individu menunjuk pada makhluk hidup tunggal. Makhluk hidup tersebut dapat melakukan aktivitas hidupnya sendiri atau berdiri sendiri. Misalnya, seorang manusia, seekor zebra, atau sebatang pohon. Jadi, individu adalah satuan makhluk hidup tunggal.

### 2. Populasi

Individu dapat melakukan kegiatan hidupnya sendiri, misalnya makan. Namun demikian, individu juga mampu melakukannya bersama-sama dengan individu lain atau berkelompok mencari makan bersama, bahkan membagi makanannya dengan yang lain. Setiap individu yang hidup dalam kelompok jenisnya sendiri disebut populasi, misalnya populasi zebra (Gambar 11.2).

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:  
*mengidentifikasi satuan-satuan dalam ekosistem dan menyatakan matahari merupakan sumber energi utama.*



Sumber: *Ensiklopedi Umum untuk Pelajar*, 2005

▲ **Gambar 11.1** Seekor zebra merupakan makhluk hidup tunggal



Sumber: *Ensiklopedi Umum untuk Pelajar*, 2005

▲ **Gambar 11.2** Sekawanan zebra membentuk populasi





Sumber: *Fauna "Mamalia 2"*,  
2003

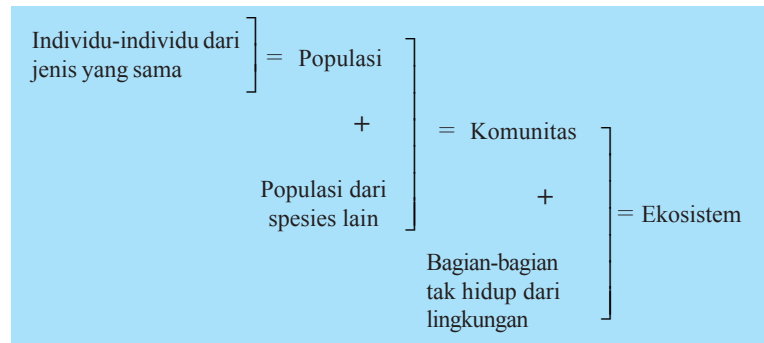
▲ Gambar 11.3 Zebra dan kuda membentuk sebuah komunitas

### 3. Komunitas

Kelompok individu (populasi) yang saling berinteraksi dalam suatu areal/daerah tertentu disebut komunitas. Interaksi dapat terjadi antarpopulasi sesama jenis, misal antara kelompok zebra dengan kelompok zebra. Selain itu, interaksi juga dapat terjadi antara kelompok yang berbeda jenis, misalnya kelompok zebra dengan kelompok kuda (Gambar 11.3). Jadi, komunitas dibentuk oleh semua tumbuhan, hewan, atau manusia yang hidup dalam suatu habitat (tempat hidup).

### 4. Ekosistem

Komunitas makhluk hidup dalam suatu habitat, ditambah bagian tak hidup dari lingkungan (air, udara, tanah, cahaya, dan suhu) membentuk suatu ekosistem. Sebuah danau adalah ekosistem yang terdiri atas komunitas hewan dan tumbuhan yang hidup di permukaan atau di dalam air, mineral, oksigen terlarut, tanah, dan sinar matahari. Perhatikan bagan pembentukan sebuah ekosistem berikut.



▲ Gambar 11.4 Bagan pembentukan ekosistem

Pada ekosistem darat, tumbuhan menyerap sinar matahari dan air hujan untuk bahan fotosintesis, hewan memakan tumbuhan, dan hewan-hewan saling memakan satu sama lain. Hewan dan tumbuhan yang mati diuraikan/diubah bakteri menjadi mineral di dalam tanah. Daur/siklus materi makhluk hidup memelihara ketersediaan mineral (bahan anorganik) di dalam tanah.

Seluruh permukaan bumi yang ditempati oleh makhluk hidup disebut biosfer. Biosfer merupakan suatu ekosistem yang sangat besar. Semua sistem di bumi mendapatkan energi secara tetap dari matahari dan siklus atau daur dari materi.

Berdasarkan proses terbentuknya, ekosistem dibedakan menjadi ekosistem alami dan ekosistem buatan. Ekosistem alami merupakan ekosistem yang terbentuk secara alami, misal ekosistem hutan dan gurun. Ekosistem buatan merupakan ekosistem yang sengaja dibuat oleh manusia, misalnya ekosistem sawah dan kolam.

Berdasarkan habitatnya, ekosistem dibedakan menjadi ekosistem darat (*terrestrial*) dan ekosistem air (*akuatik*). Ekosistem darat, misalnya gurun, kebun, dan hutan. Coba sebutkan jenis ekosistem darat yang lain. Ekosistem perairan berdasarkan kadar garamnya dibedakan menjadi ekosistem air tawar, ekosistem air laut, dan ekosistem estuarin (muara dan daerah pasang surut). Ekosistem air tawar mempunyai kadar garam paling rendah, sedangkan ekosistem air laut berkadar garam tinggi. Ekosistem estuarin terbentuk dari pertemuan antara air laut dan air tawar (sungai).

Berdasarkan kedalamannya, ekosistem air dibedakan menjadi daerah litoral, daerah neritik, daerah batial, dan daerah abisal. Daerah litoral merupakan daerah yang berbatasan dengan darat, biasanya di terumbu karang dan pasang surut. Daerah neritik merupakan daerah laut dangkal dengan kedalaman 200 m. Daerah batial berkedalaman 200 sampai 2.000 meter. Adapun daerah abisal mempunyai kedalaman lebih dari 2.000 meter dan tidak dapat ditembus oleh sinar matahari.

Terumbu karang adalah ekosistem perairan laut yang menarik minat para peneliti. Terumbu karang hanya ada di daerah perairan yang bersuhu di atas 25°C dengan kedalaman kurang dari 10 m. Terumbu karang merupakan ekosistem paling produktif dibandingkan dengan daerah perairan lainnya. Terumbu karang terpanjang di dunia adalah karang penghalang besar di pantai timur laut Australia. Panjangnya mencapai 2.010 km, bahkan di luar angkasa terumbu karang itu terlihat jelas.



### Radar Sains



#### Lingkungan yang Ekstrim

Salah satu ekosistem yang paling ekstrim adalah padang pasir. Padang pasir rata-rata bersuhu 35°C dan hanya mengalami hujan rata-rata sekali dalam tiga tahun. Sebagian besar hewan di daerah ini berlindung dari sinar matahari yang terik dan hanya mengeluarkan sedikit air. Beberapa hewan dan tumbuhan beradaptasi dengan kemampuan menyimpan cadangan air dalam tubuhnya.

Tumbuhan yang hidup di sini bertahan hidup untuk jangka waktu lama sebagai biji-bijian (dalam bentuk) sampai tiba saat hujan. Pada saat hujan, tumbuhan ini membentuk bunga dan biji dalam jumlah banyak hanya dalam beberapa hari saja. Tumbuhan ini biasanya mempunyai lapisan tebal di permukaannya dan daun yang kecil untuk mengurangi penguapan serta berakar panjang untuk mencapai air yang jauh ke dalam tanah.



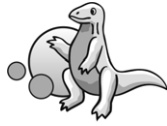
### Latihan



1. Apa yang dimaksud individu, populasi, dan komunitas?
2. Apakah ekosistem itu?
3. Sebutkan macam ekosistem berdasarkan proses terbentuknya.

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:  
*mengidentifikasi komponen-komponen dalam ekosistem.*



## B. KOMPONEN-KOMPONEN PENYUSUN EKOSISTEM

Kamu sudah mengetahui bahwa ekosistem tersusun dari komponen hidup dan komponen tak hidup. Komponen hidup suatu ekosistem disebut komponen biotik, sedangkan komponen tak hidup suatu ekosistem disebut komponen abiotik.

### 1. Komponen Biotik

Makhluk hidup dalam suatu komunitas dapat berperan sebagai produsen, konsumen, pengurai, dan detritivor (pembusuk/pelapuk).

#### a. Produsen

Produsen merupakan makhluk hidup yang mampu membuat makanannya sendiri. Beberapa macam makhluk hidup yang berperan sebagai produsen, antara lain tumbuhan hijau dan beberapa mikroorganisme (jasad renik), misal alga bersel satu. Produsen mampu membuat sendiri makanannya dengan bantuan energi matahari atau dengan bantuan senyawa kimia. Semua makhluk hidup yang mampu membuat makanan sendiri disebut *autotrof*. Proses pembuatan makanan dengan bantuan sinar matahari disebut *fotosintesis*. Adapun, proses pembuatan makanan dengan bantuan bahan-bahan kimia (reaksi bahan kimia) disebut *kemosintesis*.

#### b. Konsumen

Konsumen merupakan makhluk hidup yang tidak mampu membuat makanannya sendiri. Makhluk hidup ini memanfaatkan sebagian atau seluruh bagian makhluk hidup lain sebagai bahan makanannya (sumber bahan organik). Ada konsumen pemakan tumbuhan (herbivora) dan pemakan hewan (karnivora).

#### c. Pengurai

Pengurai merupakan makhluk hidup yang mampu menguraikan bahan-bahan organik dari kotoran atau sisa makhluk hidup yang mati menjadi bahan-bahan anorganik. Pengurai biasanya berupa bakteri dan jamur. Penguraian ini menyebabkan terjadinya siklus materi di alam. Akibatnya, terjadi siklus materi dari bahan organik menjadi anorganik dan kemudian dimanfaatkan lagi oleh makhluk hidup (khususnya tumbuhan) untuk membentuk bahan organik (penyusun tubuh) dalam tubuhnya. Bahan organik tersebut dimanfaatkan sebagai sumber makanan/bahan organik bagi hewan lain.

#### d. Detritivor (Pelapuk)

Detritivor ini merupakan makhluk hidup yang melapukkan partikel hewan atau tumbuhan, misal cacing (Gambar 11.4), teripang, dan siput.

### 2. Komponen Abiotik

Komponen abiotik merupakan komponen benda tak hidup yang mendukung atau memengaruhi makhluk hidup dalam suatu ekosistem untuk melaksanakan seluruh aktivitas hidupnya. Komponen abiotik antara lain air, tanah, udara, cahaya dan suhu.

#### a. Air

Air diperlukan oleh semua makhluk hidup untuk kelangsungan hidupnya. Dalam tubuh makhluk hidup, air diperlukan sebagai media berlangsungnya berbagai metabolisme. Proses reaksi kimia dalam tubuh makhluk hidup terjadi di dalam sel disebut biokimia. Reaksi kimia dalam sel berfungsi untuk mendapatkan energi. Energi dipakai sel dan tubuh untuk melaksanakan seluruh aktivitas hidup, termasuk tumbuh dan berkembang. Tidak adanya atau kekurangan air akan menyebabkan proses perolehan energi terhambat.

Air juga diperlukan oleh beberapa organisme sebagai tempat hidup. Khususnya makhluk hidup yang hidup di air. Misalnya, ikan dan tumbuhan air. Tumbuhan hijau juga memerlukan air untuk bahan menyusun makanan (bahan organik) melalui fotosintesis. Selain itu, air diperlukan tumbuhan sebagai bahan pelarut yang dapat membawa mineral-mineral penting dalam tanah ke seluruh tubuh tumbuhan.

#### b. Tanah

Tanah merupakan tempat hidup berbagai makhluk hidup. Di dalam tanah dan di permukaan tanah, tinggal berbagai jenis makhluk hidup. Tanah menyediakan berbagai macam kebutuhan bagi makhluk hidup, oksigen di sela-sela butiran/partikel tanah, air, dan mineral-mineral (bahan anorganik), serta bahan organik (sisa makhluk hidup sebagai sumber fosfor dan belerang).

Bahan anorganik dan organik dalam tanah diperlukan tumbuhan. Tumbuhan dapat hidup dengan baik dan menghasilkan bahan makanan apabila dalam tanah tersedia cukup zat-zat tersebut. Kelangsungan hidup herbivora dan karnivora bergantung tumbuhan.

#### c. Udara

Udara diperlukan makhluk hidup untuk bernapas. Di dalam udara terdapat berbagai macam gas. Salah satu bagian udara yang paling penting bagi makhluk hidup adalah oksigen. Oksigen diperlukan semua makhluk hidup untuk bernapas. Oksigen di dalam tubuh makhluk hidup dipakai untuk proses biooksidasi atau pembakaran makanan untuk menghasilkan energi.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ Gambar 11.4 Cacing tanah termasuk detritivor (pelapuk)



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ Gambar 11.5 Dalam tanah terdapat bahan anorganik dan organik yang diperlukan tumbuhan

Tumbuhan memerlukan gas karbon dioksida dari udara untuk proses fotosintesis. Beberapa tumbuhan air mampu mengikat gas nitrogen bebas dari udara untuk kepentingan metabolisme tubuhnya. Walaupun demikian, tumbuhan juga tetap menyerap gas oksigen untuk proses biooksidasi atau pembakaran makanan dari hasil fotosintesis. Sisa makanan yang tidak dipakai disimpan dalam bentuk berbagai senyawa (karbohidrat, zat tepung, atau lipid).

#### d. Cahaya

Cahaya diperlukan oleh semua makhluk hidup, selain untuk melihat juga untuk melangsungkan aktivitas kehidupannya. Bagi tumbuhan hijau dan bakteri fotosintetik, cahaya diperlukan untuk proses fotosintesis. Oleh karena itu, tumbuhan beradaptasi dengan berbagai cara untuk mendapatkan cahaya secara optimum.

#### e. Suhu

Suhu di permukaan bumi dipengaruhi oleh sinar matahari. Adapun suhu udara memengaruhi aliran angin yang membawa uap air. Perubahan suhu udara menyebabkan terjadinya perubahan tekanan udara di tempat tersebut. Suhu yang rendah meningkatkan tekanan udara, begitu juga sebaliknya. Perbedaan tekanan udara di dua daerah menyebabkan terjadinya aliran udara atau angin. Udara bergerak dari daerah bertekanan tinggi ke daerah bertekanan rendah.



### Latihan

1. Apakah yang dimaksud:
  - a. produsen;
  - b. konsumen;
  - c. pengurai?
2. Sebutkan contoh herbivora dan karnivora.
3. Sebutkan komponen biotik dan abiotik sebagai penyusun ekosistem.

#### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:  
*menggambarkan dalam bentuk diagram rantai makanan dan jaring-jaring kehidupan berdasar hasil pengamatan suatu ekosistem.*



### C. INTERAKSI ANTARKOMPONEN EKOSISTEM

Di beberapa ekosistem, makhluk hidup dominan yang hidup di dalamnya memengaruhi faktor abiotik ekosistem. Tumbuhan kadang-kadang menjadi salah satu bagian yang menciptakan/membentuk kondisi fisik ekosistem.

#### 1. Interaksi antara Komponen Biotik dan Abiotik

Manusia, hewan, dan tumbuhan sebagai komponen biotik ekosistem dapat memengaruhi komponen abiotik atau kondisi fisik lingkungan. Dapatkah kamu memberi contoh kegiatan manusia yang memengaruhi komponen abiotik?

Tumbuhan juga mampu memengaruhi lingkungan abiotik. Banyaknya tumbuhan di lereng bukit menyebabkan udara di sekitarnya terasa segar. Hal itu disebabkan, tumbuhan menghasilkan oksigen. Tumbuhan juga memengaruhi kondisi air dan tanah. Hewan yang mampu memengaruhi keadaan tanah, misalnya cacing. Cacing menggemburkan tanah dan menyebabkan tanah berongga berisi udara yang bermanfaat bagi pernapasan akar tumbuhan. Komponen abiotik juga mampu memengaruhi manusia, hewan, dan tumbuhan sebagai komponen biotik. Apa yang terjadi, jika mineral-mineral dalam tanah tidak cukup memenuhi kebutuhan tumbuhan?

## 2. Pola Interaksi Organisme

Antaranggota komunitas juga saling berinteraksi. Interaksi berlangsung di antara anggota populasi, antara anggota populasi yang berbeda, atau antara populasi yang satu dengan yang lain. Bentuk interaksi antarorganisme, antara lain predasi, kompetisi, antibiosis, dan simbiosis.

### a. Predasi

Predasi atau pemangsaan adalah kegiatan organisme memakan atau dimakan oleh organisme lain. Jadi, dalam predasi terdapat hubungan antara pemangsa (predator) dengan mangsanya. Misalnya, burung alap-alap sebagai predator memangsa kelinci (Gambar 11.6).



Sumber: *Fauna "Burung"*, 2003

▲ Gambar 11.6 Burung alap-alap memangsa kelinci

### b. Kompetisi

Kompetisi adalah persaingan antarindividu. Persaingan terjadi untuk memperoleh kebutuhan hidupnya, antara lain makanan, tempat hidup, air, dan pasangan hidup. Persaingan dapat terjadi antarindividu satu spesies dan antarindividu yang berbeda spesies.

Kompetisi menyebabkan timbulnya beragam cara adaptasi makhluk hidup, baik struktur maupun tingkah laku, agar mampu bertahan hidup dan memenangkan persaingan.

### c. Simbiosis

Simbiosis adalah hubungan antara dua organisme berbeda jenis yang bersifat erat dan khusus. Kehidupan bersama antarorganisme tersebut dapat saling menguntungkan (simbiosis mutualisme), salah satu pihak untung dan pihak lain rugi (simbiosis parasitisme), atau salah satu untung dan pihak lain tidak untung dan tidak rugi (simbiosis komensalisme). Contoh simbiosis mutualisme, yaitu hubungan antara lebah dan bunga. Contoh simbiosis parasitisme, yaitu hubungan antara tumbuhan benalu dan tanaman inang. Contoh simbiosis komensalisme, yaitu hubungan antara bakteri pembusuk dalam usus hewan mamalia atau manusia.



Sumber: *Ilmu Pengetahuan Populer*, 2002

▲ Gambar 11.7 Pada saat lebah mengisap madu bunga, serbuk sari bunga dapat pindah ke kepala putik bunga lain karena terbawa lebah. Pada peristiwa itu, lebah mendapat madu, sedangkan bunga terbantu proses penyerbukannya.

#### d. Antibiosis

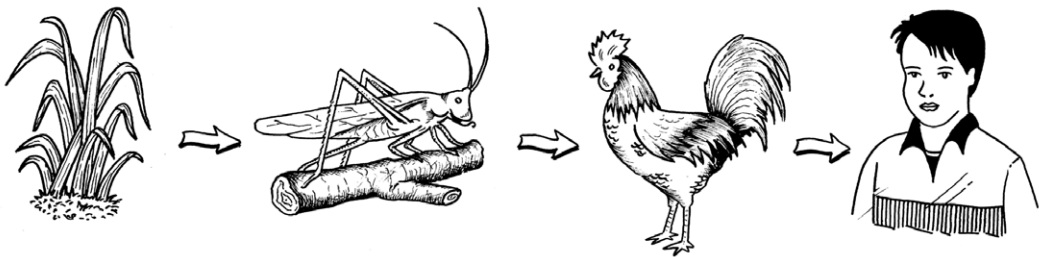
Antibiosis merupakan hubungan antara dua jenis organisme, organisme yang satu menghambat pertumbuhan organisme lain. Misalnya jamur *Penicillium* mengeluarkan antibiotik untuk menghambat pertumbuhan bakteri.

### 3. Interaksi antara Komponen-Komponen Biotik

Semua makhluk hidup membutuhkan makanan. Makanan menyediakan energi dan senyawa penting untuk hidup. Tumbuhan menggunakan energi dan zat-zat anorganik (senyawa kimia) di sekitarnya untuk membuat makanan. Energi berasal dari matahari, zat-zat anorganik (mineral) berasal dari udara dan tanah. Hewan tidak dapat melakukan hal seperti itu. Hewan mendapatkan energi dan zat kimia dari makanan. Hewan sangat bergantung pada tumbuhan untuk bertahan hidup.

#### a. Rantai Makanan

Kita dapat menghubungkan organisme-organisme secara bersama-sama dalam bentuk hubungan makan dan dimakan. Peristiwa urutan makan dan dimakan disebut rantai makanan. Peristiwa ini dapat terjadi di ekosistem darat maupun ekosistem air. Pada ekosistem darat, terjadi hubungan seperti ditunjukkan Gambar 11.8.



▲ Gambar 11.8 Rantai makanan

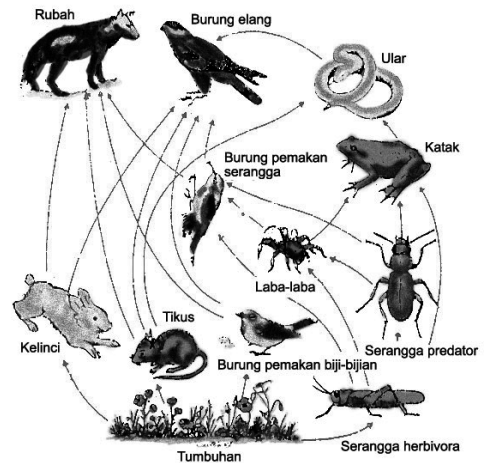
Gambar 11.8, padi dimakan belalang. Belalang dimakan ayam. Ayam dimakan manusia. Pada rantai makanan ini, padi berperan sebagai produsen.

Tumbuhan merupakan makhluk hidup yang berperan sebagai produsen karena membuat makanan dengan cara fotosintesis. Hewan yang memakan tumbuhan disebut konsumen. Konsumen dapat berupa herbivora, karnivora, atau omnivora. Herbivora menempati konsumen tingkat pertama karena dia memakan tumbuhan secara langsung. Karnivora menempati konsumen tingkat kedua karena dia memangsa hewan berikutnya. Konsumen tingkat ketiga akan memangsa konsumen tingkat kedua. Konsumen tingkat keempat juga diduduki oleh karnivora lain yang memangsa karnivora (konsumen tingkat ketiga). Omnivora biasanya menempati tingkat tropik paling atas. Coba kamu sebutkan contoh rantai makanan yang terjadi di ekosistem air.



## b. Jaring-Jaring Makanan

Di alam, satu organisme (baik produsen maupun konsumen) tidak hanya merupakan sumber energi dan zat kimia bagi satu organisme saja. Beberapa jenis hewan juga memakan produsen yang sama. Sementara itu, satu karnivora tidak hanya memakan satu jenis organisme (herbivora) saja. Misalnya, rubah tidak hanya memakan kelinci, tetapi juga tikus, bahkan burung, bahkan kerbau. Dengan demikian, suatu rantai makanan tidak ada yang berdiri sendiri, tetapi saling berhubungan membentuk jaring-jaring makanan.



Sumber: <http://google.com>

▲ Gambar 11.9 Jaring-jaring makanan

## c. Arus Energi

Dalam suatu rantai makanan terjadi peristiwa makan dan dimakan. Makhluk hidup yang memakan organisme lain melakukan usaha untuk mendapatkan energi dan zat kimia dan mengubah energi dalam bentuk senyawa kimia lain dalam tubuhnya. Energi kimia dalam tubuh makhluk hidup akan dimanfaatkan makhluk hidup lain melalui peristiwa pemangsaan (predasi), sehingga makhluk hidup pemangsa (predator) mendapat energi dan zat kimia dari makhluk hidup mangsanya. Jadi, dalam suatu rantai makanan terjadi suatu aliran energi (arus energi).

Aliran energi dalam suatu rantai makanan berawal dari produsen. Aliran energi ini berjalan satu arah, dari produsen ke konsumen. Tumbuhan hijau sebagai produsen memanfaatkan energi matahari secara langsung melalui fotosintesis untuk diubah menjadi makanan bagi dirinya sendiri. Sisa makanannya akan disimpan dalam bentuk zat kimia (bahan organik) dalam tubuhnya sebagai makanan cadangan. Makanan cadangan akan dimanfaatkan oleh makhluk hidup lain (herbivora) sebagai sumber energi dan diubah dalam bentuk zat kimia (senyawa organik) yang kemudian akan dimanfaatkan makhluk hidup lain sebagai sumber energi dengan memakannya. Demikian seterusnya, proses makan dan dimakan menyebabkan terjadinya arus energi.

## d. Piramida Makanan

Pada arus energi atau rantai makanan di suatu ekosistem hanya sebagian kecil energi yang berpindah dari produsen ke konsumen. Energi itu pun akan diubah menjadi energi kimia dalam tubuh konsumen dengan jumlah yang lebih kecil. Pemangsa konsumen pertama (herbivora) akan mendapat energi dalam jumlah yang lebih kecil dari energi produsen. Oleh karena itu, agar kebutuhan energinya tercukupi, suatu organisme tidak hanya memangsa satu organisme saja sekali waktu, tetapi berulang kali. Jadi, untuk

### Tugas Individu

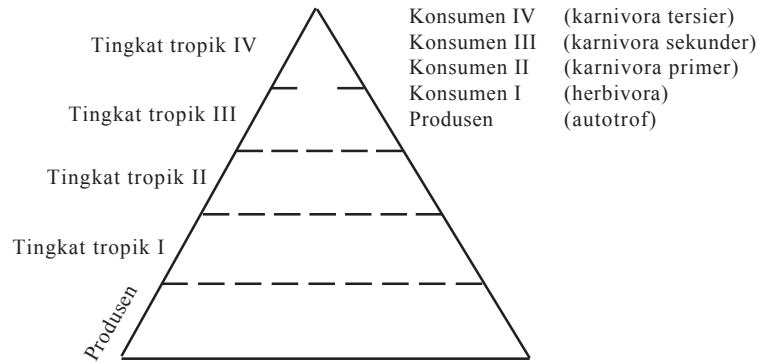
#### (Kecakapan Personal dan Mencari Informasi Lebih Jauh)

1. Lakukan observasi pengamatan pada suatu tempat (sebutkan nama tempatnya). Catatlah makhluk hidup yang ada di dalamnya dan golongan ke dalam kelompok produsen dan konsumen.
2. Buatlah jaring-jaring makanan dari beberapa organisme yang telah kamu catat.
3. Berapakah rantai makanan yang menyusun jaring-jaring makanan tersebut?



memenuhi kebutuhan energi, jumlah mangsa biasanya lebih banyak daripada pemangsa.

Rangkaian rantai makanan dari produsen ke konsumen memperlihatkan tingkat makanan disebut tingkat tropik. Tingkat tropik pertama diduduki oleh produsen, tingkat tropik kedua diduduki oleh herbivora, tingkat tropik ketiga diduduki oleh karnivora. Adapun tingkat tropik keempat ditempati oleh karnivora lain (pemangsa karnivora pertama). Perbandingan jumlah antara tingkat tropik membentuk suatu bangun piramida. Bangun piramida itu disebut piramida makanan atau piramida ekologi.



▲ Gambar 11.10 Piramida makanan



## Latihan

1. Mengapa setiap rantai makanan diawali oleh produsen?
2. Mengapa sebagian besar komunitas mengandung lebih banyak herbivora daripada karnivora?
3. Sebut dan jelaskan jenis piramida ekologi.

## Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:

- ☛ mendefinisikan makhluk hidup yang tergolong langka.
- ☛ menyebutkan contoh makhluk hidup yang tergolong makhluk hidup langka di suatu lokasi.
- ☛ membuat tulisan untuk mengenalkan jenis, bentuk, dan manfaat tumbuhan, hewan langka yang dilindungi.



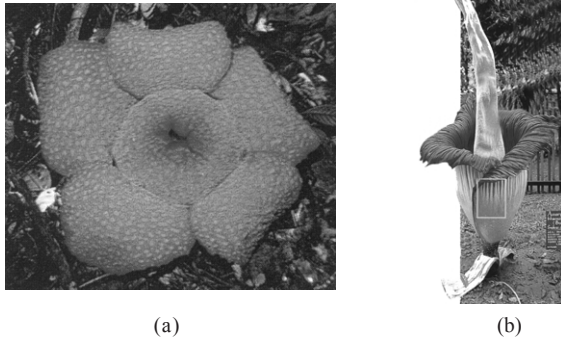
## D. KEANEKARAGAMAN MAKHLUK HIDUP

Kelangsungan hidup tumbuhan dan hewan bergantung pada keberadaan habitat alam. Kebanyakan daerah perlindungan diciptakan karena adanya jenis tumbuhan dan hewan yang bersifat langka. Keberadaan makhluk hidup langka, jika populasinya makin sedikit akan terancam kepunahan.

### 1. Tumbuhan/Flora Langka

Flora Indonesia terdiri atas banyak jenis yang tidak diketahui. Ada sejumlah tumbuhan yang kita hargai dan kita lindungi, seperti anggrek yang langka. Contoh flora langka lainnya yaitu bunga *Rafflesia arnoldi* dan *Amorphopallus titanum* (Gambar 11.11).

*Rafflesia arnoldi* terdapat di Sumatra dan Serawak. Adapun, bunga *Amorphopallus titanum* (bunga bangkai) tumbuh di beberapa kebun raya. Bunga itu berbunga setiap beberapa tahun. Tahukah kamu *Amorphopallus* pernah digambar pada uang kertas Rp500,00?



(a)

(b)

Sumber: *Indonesian Heritage*, 2002

▲ Gambar 11.11 (a) *Rafflesia arnoldi*  
(b) *Amorphophallus titanum*

Kedua bunga itu terancam punah karena sangat mudah rusak. *Rafflesia* sangat berisiko terhadap pencari kuncup dan bunga sebagai bahan obat. Karena daur hidup keduanya sangat sedikit diketahui dan budidayanya hampir tidak mungkin maka menjaga hutan merupakan cara yang tepat menyelamatkan bunga raksasa yang menakjubkan itu. Kelangkaan tumbuhan tertentu merupakan sumber kegembiraan dan kebanggaan. Masih banyak tumbuhan langka yang ditemukan di Indonesia. Beberapa di antaranya yaitu anggrek dendrobium dan buah bersayap.

## 2. Hewan/Satwa Langka

Tekanan pemanfaatan habitat hutan yang sangat cepat mengancam kekayaan margasatwa Indonesia. Sisa habitat alami makin kecil dan terasing, sehingga jenis margasatwa setempat cenderung punah. Beberapa margasatwa yang mendekati kepunahan sebagai berikut.

### a. Harimau Sumatra

Harimau Sumatra (Gambar 11.12) mungkin satu-satunya yang masih hidup dari suku harimau setelah harimau Bali dan harimau Jawa punah.

Harimau Bali dan harimau Jawa telah punah karena perburuan dan hilangnya habitat secara terus-menerus menjadi penyebab utama kepunahan hewan ini. Adapun faktor lain penyebab kepunahan, yaitu permintaan kulit harimau secara tetap.



Sumber: *Indonesian Heritage*, 2002

▲ Gambar 11.12 Harimau Sumatra

### b. Orangutan

Orangutan dapat diselamatkan dari ujung kepunahan dengan penghentian perburuan gelap dan melindungi luas daerah habitat hutan yang sesuai. Pada tahun 1994 Menteri Kehutanan menyetujui program penyelamatan orangutan yang secara garis besar diperlukan untuk melanjutkan usaha melindungi jenis ini dan habitatnya.



Sumber: *Indonesian Heritage*, 2002

▲ Gambar 11.13 Orangutan di Sumatra Utara

### c. Gajah Sumatra

Saat ini jumlah gajah di Indonesia makin berkurang. Salah satu penyebabnya adalah pembukaan hutan untuk keperluan hidup manusia. Pembukaan hutan dataran rendah secara luas mengakibatkan gajah (*Elephas maximus*) berada dalam kawasan yang lebih kecil dan makin mengecil di Indonesia. Masalah gajah hanya dapat diatasi dengan upaya sungguh-sungguh, meningkatkan daerah perlindungan dan bekerja sama dengan masyarakat

### d. Badak Jawa dan Sumatra

Badak Jawa (*Rhinoceros sondaicus*) merupakan hewan darat terbesar kedua di Indonesia. Di samping itu masih ada badak Sumatra (*Dicerorhinus Sumatrensis*) yang merupakan badak terkecil yang masih hidup, beratnya hanya satu ton.



(a)



(b)

Sumber: *Indonesian Heritage*, 2002

▲ Gambar 11.14 (a) Badak Jawa di tempat perlindungan Taman Nasional Ujung Kulon  
(b) Badak Sumatra

Penurunan jumlah yang tajam untuk kedua jenis badak sebagian besar karena hilangnya hutan dataran rendah dan perburuan.

### e. Jalak Bali

Ancaman kepunahan jalak Bali makin bertambah dengan kerusakan habitat. Ancaman lain adanya perburuan yang berlebihan untuk perdagangan burung, mengingat harga burung ini dipasaran mencapai puluhan juta rupiah setiap ekornya.



Sumber: *Indonesia Heritage*, 2002

▲ Gambar 11.15 Jalak Bali



## Tugas Individu

### (Kecakapan Personal dan Mencari Informasi Lebih Jauh)

Perhatikan gambar berikut.



Sumber: *Indonesian Heritage*, 2002

Anggrek hitam merupakan salah satu anggrek yang sangat terkenal, namanya berasal dari tanda hitam pada bibirnya.

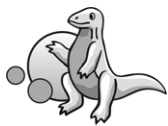
Berdasarkan gambar di samping, buatlah karangan yang berisi tentang jenis, bentuk, dan manfaat tumbuhan tersebut.

Untuk mengembangkan materi karangan, kamu dapat mencari informasi dari majalah, artikel, buku, maupun internet.



## Latihan

1. Kapan keberadaan makhluk hidup dikatakan langka?
2. Sebutkan tiga manfaat keberadaan flora di Indonesia.
3. Apa yang dimaksud Puspa Langka?
4. Sebutkan dua macam tumbuhan/flora yang dilindungi oleh negara.
5. Sebutkan tiga macam hewan/fauna di Pulau Jawa yang keberadaannya mendekati kepunahan.



## E. PELESTARIAN EKOSISTEM

Masalah lingkungan dan sosial menyebabkan bertambahnya tekanan pada vegetasi alam dunia. Hal itu, jika berlangsung terus menerus akan menyebabkan berkurangnya bahkan kepunahan terhadap keanekaragaman makhluk hidup. Karena itulah usaha pelestarian sangat diperlukan.

Pelestarian makhluk hidup dilakukan secara *in situ* dan *ex situ* (situ dalam bahasa latin berarti tempat). Pelestarian *in situ* merupakan usaha yang dilakukan di habitat aslinya, misalnya pelestarian komodo di Pulau Komodo. Adapun pelestarian *ex situ* merupakan usaha pelestarian dengan memindahkan individu yang dilestarikan dari tempat hidup (habitat) asli ke tempat lain.

Pelestarian *ex situ* antara lain dilakukan dengan cara membuat kebun koleksi, kebun raya, kebun plasma nutfah, kebun raja, dan penyimpanan dalam pendingin. Kebun koleksi melestarikan plasma nutfah tanaman dalam keadaan hidup. Biasanya yang dilestarikan bibit unggul, misalnya kebun koleksi pisang di Bone-

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:  
*menjelaskan penyebab berkurangnya keanekaragaman makhluk hidup.*

Bone dan tebu di Pasuruan. Kebun botani yang ada di Indonesia, misalnya Kebun Raya di Bogor dan di Cibodas Jawa Barat. Kebun plasma nutfah tidak hanya melestarikan bibit unggul, tetapi juga bibit tradisional dan kerabat liarnya, misalnya kebun plasma nutfah percontohan (LIPI), di Cibinong. Adapun kebun merupakan gagasan pelestarian *ex situ* oleh pemerintah untuk kepentingan agrowisata.

Pelestarian keanekaragaman makhluk hidup bertujuan untuk mencegah kepunahan. Beberapa bentuk pelestarian makhluk hidup sebagai berikut.

### 1. Pelestarian Jenis (Spesies)

Spesies dilestarikan dengan hukum internasional yang melarang pembunuhan dan koleksi pribadi. Hukum itu berlaku di seluruh negara dengan persetujuan internasional untuk mencegah perdagangan hewan langka. CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species*) memberikan perlindungan pada 1.500 hewan dan ribuan tumbuhan CITES dengan dukungan pemerintah melarang perdagangan spesies langka termasuk hasil pengolahannya, antara lain kulit ular atau cula badak. Negara yang berpartisipasi dengan perjanjian itu berjumlah 70 negara.



Sumber: *Indonesia Heritage*, 2002

▲ **Gambar 11.16** Kulit ular merupakan salah satu komoditi perdagangan yang potensial. Kalau hal itu dibiarkan, keberadaan spesies ini akan menjadi langka.

### 2. Pelestarian Habitat

Kelangsungan hidup tumbuhan dan hewan juga bergantung pada kedekatan habitat alam. Untuk itu, pelestarian habitat sangat penting untuk perlindungan hewan dan tumbuhan. Beberapa usaha pelestarian habitat sebagai berikut.

#### a. Memelihara Kelestarian Hutan

Tindakan untuk memelihara kelestarian hutan, antara lain penghijauan (reboisasi), melakukan tebang pilih, artinya pohon yang akan ditebang harus memenuhi syarat umur dan ukuran, menghindari terjadinya kebakaran hutan.

### 2. Menetapkan Daerah Perlindungan Alam

- a. Taman Nasional adalah kawasan yang mempunyai beberapa ekosistem yang belum diolah oleh manusia (masih asli), contohnya Taman Nasional Gunung Leuser (Sumatra) dan Taman Nasional Ujung Kulon (Jawa).
- b. Cagar alam adalah daerah yang dilindungi oleh pemerintah supaya tidak terjadi gangguan terhadap tumbuhan dan lingkungannya, contohnya Cagar Alam Wasur (Irian Jaya) dan Cagar Alam Lorents (Irian Jaya).
- c. Suaka margasatwa adalah daerah yang dilindungi oleh pemerintah supaya tidak terjadi gangguan terhadap hewan dan habitatnya, contohnya Suaka Margasatwa Komodo (NTB).

- d. Taman wisata, keindahan dan keunikan alam untuk kepentingan rekreasi, penelitian, dan lain-lain, contohnya Taman Wisata Alam Ruteng (Sunda Kecil).



## Tugas Kelompok

### (Kecakapan Sosial dan Mencari Informasi Lebih Jauh)

Buatlah kelompok yang terdiri atas 3 – 5 orang, kemudian diskusikan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan berikut.



Cendana berharga untuk bau kayunya dan minyaknya yang berbau wangi



Akar dikumpulkan dari hutan digunakan untuk tenun ikat



Kulit reptil (buaya dan ular) yang siap dibentuk untuk kerajinan

Sumber: Indonesian Heritage, 2002

Banyak wajah flora dan fauna Indonesia memerlukan perlindungan dari kepunahan, seperti pada gambar di atas.

1. Apakah manfaat flora dan fauna di atas sehingga manusia mengeksploitasi keberadaannya?
2. Bagaimana upaya untuk memberikan perlindungan flora dan fauna di atas dari kepunahan?



## Latihan

1. Apakah tujuan pelestarian keanekaragaman makhluk hidup?
2. Apakah yang dimaksud pelestarian *in situ* dan *ex situ*?
3. Sebutkan bentuk-bentuk pelestarian keanekaragaman makhluk hidup.
4. Mengapa pelestarian habitat sangat penting?
5. Apakah tujuan menetapkan daerah perlindungan?



## Rangkuman

1. Habitat adalah tempat di mana suatu organisme biasanya tinggal.
2. Lingkungan adalah segala sesuatu di sekitar organisme.
3. Populasi adalah sekumpulan makhluk hidup sejenis yang tinggal di suatu habitat.
4. Komunitas adalah kumpulan beberapa jenis makhluk hidup yang tinggal di suatu habitat.
5. Peristiwa urutan makan dan dimakan di suatu ekosistem disebut rantai makanan. Rantai makanan yang saling berhubungan membentuk jaring-jaring makanan.
6. Kelangsungan hidup flora dan fauna bergantung pada keberadaan habitat alam.
7. Keberadaan makhluk hidup dikatakan langka, jika populasinya makin sedikit dan terancam kepunahan.
8. Pelestarian flora dan fauna langka dilakukan secara *in situ* dan *ex situ*.
9. Pelestarian keanekaragaman makhluk hidup bertujuan untuk mencegah kepunahan makhluk hidup.



## Refleksi

Setelah mempelajari mengenai Ekosistem dan Keanekaragaman Makhluk Hidup, kamu tentu sudah memahami dan dapat menjelaskan kembali tentang:

1. Satuan-satuan dalam ekosistem.
2. Komponen-komponen penyusun ekosistem.
3. Interaksi antarkomponen ekosistem.
4. Keanekaragaman makhluk hidup
5. Penyebab berkurangnya keanekaragaman makhluk hidup
6. Usaha pelestarian keanekaragaman makhluk hidup

Apabila terdapat hal-hal yang menurut kamu belum jelas atau kurang dapat dipahami, pelajari kembali materi di atas secara cermat. Untuk lebih memantapkan pemahamanmu, cobalah mencari materi pendukung melalui majalah maupun internet.





## Glosarium

<i>eksploitasi</i>	: pemanfaatan untuk keuntungan sendiri
<i>habitat</i>	: lingkungan/tempat hidup yang alami bagi hewan dan tumbuhan
<i>koleksi</i>	: kumpulan yang berhubungan dengan studi penelitian
<i>mikroorganisme</i>	: makhluk paling sederhana yang terbentuk dari satu atau beberapa sel yang hanya dapat dilihat dengan mikroskop
<i>metabolisme</i>	: rangkaian perubahan kimiawi yang berkesinambungan dengan tubuh makhluk hidup untuk mempertahankan kehidupan
<i>plasma nutfah</i>	: substansi yang mengatur perilaku kehidupan makhluk hidup secara turun-temurun sehingga populasi mempunyai sifat yang membedakannya dari populasi yang lain, umumnya terdapat dalam sekumpulan individu yang menyebar secara acak dalam populasi tersebut
<i>populasi</i>	: sekumpulan individu dengan ciri yang sama yang menempati daerah tertentu
<i>siklus</i>	: peristiwa yang berlangsung terus-menerus secara periodik



## Uji Kompetensi

**Kerjakan soal-soal berikut di buku kerjamu.**

**A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.**

- Berikut ini yang termasuk ekosistem adalah ....
  - sawah
  - sekolah
  - rumah
  - kantor
- Rumpun bambu yang ada di kebun merupakan ....
  - individu
  - biosfer
  - populasi
  - komunitas
- Contoh ekosistem yang terjadi secara alami adalah ....
  - sawah
  - sungai
  - kebun
  - tambak
- Faktor abiotik yang diperlukan tumbuhan untuk membuat makanan adalah ....
  - daun
  - air
  - tanah
  - pot



5. Makhluk hidup autotrof disebut juga ....
  - a. karnivora
  - b. herbivora
  - c. konsumen
  - d. produsen
6. Berikut ini makhluk hidup yang tergolong herbivora adalah ....
  - a. katak
  - b. cecak
  - c. kecebong
  - d. kadal
7. Keberadaan makhluk hidup dikatakan langka, jika ....
  - a. populasi bertambah
  - b. populasinya bertambah dan berada pada kawasan tertentu
  - c. populasinya berkurang dan berada pada kawasan tertentu
  - d. populasinya berkurang dan terancam kepunahan
8. Jenis hewan yang dilindungi di Taman Nasional Ujung Kulon adalah ....
  - a. gajah
  - b. harimau tutul
  - c. komodo
  - d. badak
9. Berikut ini daerah yang berfungsi untuk perlindungan alam, *kecuali* ....
  - a. cagar alam
  - b. suaka margasatwa
  - c. Nusa Kambangan
  - d. taman nasional
10. Daerah yang dilindungi oleh pemerintah supaya tidak terjadi gangguan terhadap hewan dan habitatnya disebut ....
  - a. taman nasional
  - b. cagar alam
  - c. taman wisata
  - d. suaka margasatwa

**B. Jawablah soal-soal berikut dengan singkat dan tepat.**

1. Apa yang terjadi pada produsen dan karnivora, jika komunitas herbivora pada suatu ekosistem tiba-tiba saja mati?
2. Mengapa dekomposer sangat penting? Apa yang terjadi, jika dekomposer tidak ada?
3. Apa perbedaan utama antara pengurai dan parasit? Beri masing-masing satu contoh dan terangkan cara mereka mendapatkan makanan?
4. Sebutkan tiga contoh hewan langka yang dilindungi oleh negara.
5. Mengapa perdagangan tumbuhan/hewan langka sangat dilarang oleh negara? Jelaskan.

## Bab 12

# MANUSIA DAN LINGKUNGAN



Sumber: Indonesian Heritage, 2002

*Seiring dengan pertambahan kepadatan manusia secara otomatis kebutuhan hidup manusia akan meningkat, misalnya kebutuhan akan pangan dan tempat tinggal. Hal itu berarti akan lebih banyak lagi hutan yang harus dibuka untuk pertanian dan perumahan. Gambar di samping menunjukkan penebangan hutan sebagai akibat terjadinya pertambahan kepadatan manusia.*

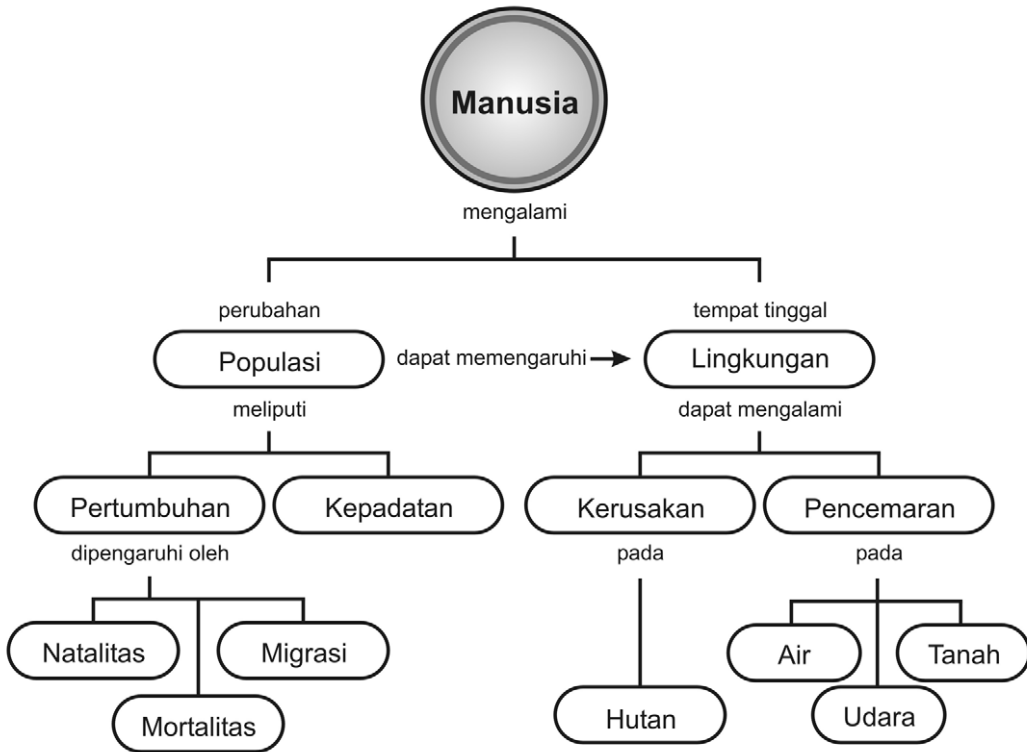
*Fenomena populasi manusia dan lingkungan dapat kamu pelajari pada bab ini. Pada bab ini kamu juga dapat mempelajari beberapa kerusakan lingkungan dan upaya mengatasinya.*

### ❖ Pretest ❖

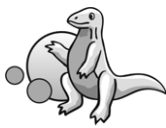
1. Apa yang dimaksud dinamika penduduk?
2. Apa yang terjadi, jika jumlah penduduk bertambah pesat? Jelaskan.
3. Jelaskan pengaruh pertambahan jumlah penduduk terhadap kerusakan lingkungan.
4. Sebutkan bahan-bahan penyebab pencemaran.
5. Sebutkan upaya untuk mengurangi pencemaran udara.

### ❖ Kata-Kata Kunci ❖

- |                         |                                |
|-------------------------|--------------------------------|
| – dinamika penduduk     | – polusi udara                 |
| – konservasi lingkungan | – produksi pangan              |
| – krisis air            | – sampah organik dan anorganik |



Seiring dengan perkembangan kebudayaannya, jumlah manusia pun makin bertambah. Hal itu karena mereka sudah mampu mengelola dan memanfaatkan alam dengan baik. Kondisi ini tidak diikuti dengan perluasan daerah karena luas permukaan bumi tetap. Akibatnya, penduduk di bumi makin padat. Pertambahan manusia yang selalu meningkat menuntut berbagai sarana untuk memenuhi semua kebutuhan setiap manusia. Berbagai permasalahan di bidang ekonomi dan sosial akan timbul akibat pengaruh kepadatan populasi manusia. Berbagai permasalahan lain juga akan bermunculan, jika inti permasalahan ini tidak segera diselesaikan. Apakah yang akan terjadi apabila pertambahan penduduk menjadi tidak terkendali? Kita akan mempelajarinya lebih mendalam di bab ini.



## A. POPULASI PENDUDUK

### 1. Pertumbuhan Penduduk

Jumlah penduduk mengalami perubahan dari waktu ke waktu disebut dinamika penduduk. Perubahan jumlah penduduk disebabkan oleh kelahiran (*natalitas*), kematian (*mortalitas*), dan perpindahan (*migrasi*).

Kemajuan teknologi di segala bidang, termasuk di bidang kesehatan, menjadikan kesejahteraan manusia semakin meningkat. Kondisi ini menyebabkan terjadinya pertumbuhan penduduk. Secara umum pertumbuhan penduduk terjadi apabila jumlah kelahiran lebih besar daripada jumlah kematian dan jumlah orang yang datang (*imigrasi*) lebih besar daripada jumlah orang yang pergi (*emigrasi*). Pertumbuhan penduduk dapat dirumuskan:

$$P = (l - m) + (i - e)$$

Dengan

$P$  = pertumbuhan penduduk

$l$  = jumlah kelahiran (*natalitas*)

$m$  = jumlah kematian (*mortalitas*)

$i$  = jumlah orang yang datang (*imigrasi*)

$e$  = jumlah orang yang pergi (*emigrasi*)

Besar tingkat pertumbuhan penduduk dapat dihitung dengan hanya memerhatikan angka kelahiran dan kematian. Adapun angka *emigrasi* dan *imigrasi* diabaikan karena jumlahnya terlalu kecil. Hal itu disebut angka pertumbuhan penduduk alamiah.

Ukuran pertumbuhan penduduk dalam suatu waktu, misalnya dalam waktu 10 tahun disebut pertumbuhan per dekade.

### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:  
*mendeskripsikan ukuran populasi penduduk.*



Sumber: *Indonesia Heritage*, 2002

▲ Gambar 12.1 Jumlah penduduk selalu meningkat dari tahun ke tahun

### Tugas Individu

#### (Rasa Ingin Tahu dan Kecakapan Personal)

Carilah artikel dalam surat kabar atau majalah ataupun internet tentang datangnya pengungsi ke suatu negara ditinjau dari:

- aspek ekonomi;
- aspek sosial.

Hal itu ditunjukkan dalam bentuk persentase. Tingkat pertumbuhan penduduk (yang ditunjukkan dengan bentuk persentase) berguna untuk meramalkan jumlah penduduk pada beberapa tahun yang akan datang. Pertumbuhan penduduk per dekade dirumuskan:

$$P_t = P_o(1+r)^n$$

Dengan

$P_t$  = jumlah penduduk setelah  $n$  tahun

$P_o$  = jumlah penduduk permulaan (sebelum  $n$  tahun)

$r$  = tingkat pertumbuhan penduduk (dalam desimal)

$n$  = jumlah selisih tahun

#### a. Natalitas

*Natalitas* atau angka kelahiran adalah angka yang menunjukkan jumlah bayi yang lahir hidup dari setiap 1.000 orang dalam satu tahun. Angka kelahiran dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Angka kelahiran} = \frac{\text{Jumlah bayi yang lahir hidup dalam 1 tahun}}{\text{Jumlah penduduk}} \times 1.000$$

Angka kelahiran berguna untuk melihat tingkat kelahiran per tahun atau laju pertumbuhan kelahiran. Laju pertumbuhan kelahiran akan memperlihatkan kesuburan di suatu daerah.

Angka kelahiran memiliki beberapa kriteria, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Angka kelahiran tergolong tinggi, apabila nilainya di atas 30. Angka kelahiran tergolong sedang, apabila nilainya di antara 20–30. Angka kelahiran tergolong rendah, apabila nilainya di bawah 20.

#### b. Mortalitas

*Mortalitas* atau angka kematian adalah angka yang menunjukkan jumlah kematian untuk setiap 1.000 penduduk dalam satu tahun. Angka kematian dihitung dengan rumus.

$$\text{Angka kematian} = \frac{\text{Jumlah penduduk meninggal dalam 1 tahun}}{\text{Jumlah penduduk}} \times 1.000$$

Angka kematian mempunyai beberapa kriteria, yaitu tinggi, sedang, dan rendah. Angka kematian tergolong tinggi, apabila nilainya di atas 19. Angka kematian tergolong sedang apabila nilainya di antara 14–18. Angka kematian tergolong rendah apabila hasilnya menunjukkan angka di bawah 13.

#### c. Migrasi

*Migrasi* adalah perpindahan penduduk dari suatu tempat ke tempat lain. Orang yang melakukan perpindahan disebut *migran*. *Migrasi* dapat terjadi dalam satu negara atau antarnegara. *Migrasi*

dalam satu negara meliputi *urbanisasi* dan *transmigrasi*. *Urbanisasi* adalah perpindahan penduduk dari desa ke kota. *Transmigrasi* adalah perpindahan penduduk dari satu pulau ke pulau lain dalam satu negara. *Urbanisasi* dan *transmigrasi* tidak memengaruhi jumlah penduduk dalam suatu negara. *Migrasi* yang terjadi antarnegara meliputi *imigrasi* dan *emigrasi*. *Imigrasi* adalah masuknya penduduk ke suatu negara. Adapun *emigrasi* adalah keluarnya penduduk dari suatu negara. *Imigrasi* dan *emigrasi* memengaruhi jumlah penduduk suatu negara.

### Untuk Diingat

*Pertumbuhan penduduk akan menyebabkan penurunan lingkungan.*

## 2. Kepadatan Penduduk

Apabila jumlah manusia yang menempati suatu tempat makin bertambah setiap waktu, sedangkan luas daerah yang ditempati tetap, maka akan terjadi peningkatan kepadatan penduduk. Jadi, kepadatan penduduk atau kepadatan populasi adalah jumlah penduduk yang tinggal dalam suatu tempat dengan luas tertentu pada waktu tertentu. Kepadatan penduduk dihitung dengan cara membagi jumlah penduduk dengan luas tempat tinggalnya.

Setiap daerah atau kota mempunyai kepadatan penduduk yang berbeda. Hal itu karena penyebaran penduduk dalam suatu negara tidak merata.



### Latihan

1. Sebutkan faktor-faktor yang memengaruhi perubahan jumlah penduduk.
2. Apakah yang dimaksud dinamika penduduk?
3. Bagaimana cara mengukur kepadatan penduduk?



## B. HUBUNGAN POPULASI PENDUDUK DENGAN LINGKUNGAN

Saat ini, jumlah penduduk meningkat, tetapi sumber daya alam tetap. Kita harus selalu sadar bahwa pertumbuhan penduduk yang meningkat setiap harinya akan menekan sumber daya alam kita.

### 1. Hubungan Populasi Penduduk dengan Kebutuhan Air Bersih dan Udara Bersih

Air adalah sumber kehidupan. Semua makhluk hidup menggunakan air untuk minum dan sebagian makhluk hidup juga menggunakannya sebagai tempat hidup. Bahkan, manusia menggunakan air untuk berbagai keperluan lainnya, antara lain kebutuhan rumah tangga (mandi, mencuci, dan memasak), untuk pertanian, peternakan, dan perindustrian.

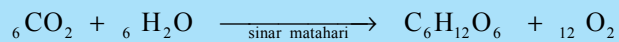
### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:

- memperkirakan hubungan populasi penduduk dengan kebutuhan air bersih dan udara bersih;
- memperkirakan hubungan populasi penduduk dengan kebutuhan pangan;
- memperkirakan hubungan populasi penduduk dengan ketersediaan lahan.
- menjelaskan pengaruh meningkatnya populasi penduduk terhadap kerusakan lingkungan.

Ada dua cara untuk menanggulangi krisis air, yaitu meningkatkan simpanan air tawar dan menurunkan kehilangan air. Kita dapat meningkatkan cadangan air tawar dengan cara mengge-rakkan dan mengalokasikan air dengan lebih bijaksana. Sebagai contoh, dalam pembangunan pemukiman harus meminimalkan betonisasi dan pengaspalan yang menutup peresapan air ke dalam tanah, serta membuat sumur-sumur resapan. Kita dapat menurunkan kehilangan cadangan air tawar dengan cara tidak mencemari persediaan air. Caranya menerapkan pengolahan limbah dan mengurangi penguapan.

Udara bersih juga diperlukan makhluk hidup untuk bernapas. Makhluk hidup mengisap oksigen untuk mengoksidasi makanan (pembakaran) agar menghasilkan energi yang dipakai untuk melakukan berbagai aktivitas hidup. Oksigen dihasilkan oleh tumbuhan melalui proses fotosintesis.



Peningkatan jumlah penduduk akan menimbulkan berbagai dampak negatif. Jumlah kebutuhan perumahan yang meningkat seiring pertumbuhan penduduk akan mengurangi lahan untuk peles-tarian tumbuhan. Padahal tumbuhan merupakan penghasil oksigen.

Di samping peningkatan kebutuhan perumahan, peningkatan jumlah penduduk juga akan menuntut pemenuhan kebutuhan, antara lain harus dipenuhi dengan peningkatan produksi di bidang industri. Kegiatan industri akan menimbulkan polusi udara. Polusi udara akan mengurangi persediaan udara bersih di dunia. Keadaan ini diper-parah dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor. Gas buangan hasil pembakaran mesin kendaraan ikut menambah jumlah polutan di udara.

Salah satu cara untuk meningkatkan persediaan oksigen di udara adalah dengan melakukan penghijauan dan reboisasi. Tum-buhan hijau akan menyegarkan lingkungan dengan memperbanyak mengisap  $\text{CO}_2$  dan menghasilkan  $\text{O}_2$ .

## 2. Hubungan Populasi Penduduk dengan Kebutuhan Pangan

Kelaparan merupakan sumber permasalahan pada kestabilan politik dan pemicu terjadinya perang. Kelaparan masih berlangsung di beberapa negara, antara lain Afrika.

Banyak negara berkembang memakai sebagian besar wila-yahnya sebagai lahan pertanian untuk menghasilkan pangan. Wa-laupun produksi makanan meningkat, tetapi kenyataannya masih ada penduduk yang kelaparan. Hal itu terjadi karena populasi penduduk meningkat lebih dari dua kali lipat dari peningkatan produksi pangan.

Manusia memang mampu menghasilkan produksi agrikultur, sehingga produksi makanan dunia meningkat. Namun, di sisi lain populasi penduduk dunia meningkat sangat cepat. Akibatnya,



Sumber: *Ensiklopedia Iptek*, 2004

▲ **Gambar 12.2** Di perkotaan yang padat jarang ditemukan udara bersih padahal udara bersih sangat dibutuhkan makhluk hidup.



Sumber: *Ensiklopedia Iptek*, 2004

▲ **Gambar 12.3** Ribuan anak menderita kelaparan di kawasan rawan pangan setiap tahun



produksi pangan tidak sebanding dengan peningkatan jumlah penduduknya sehingga terjadi kekurangan pangan dan terjadi penurunan pendapatan. Permasalahan ini makin sulit karena para petani mendapatkan harga yang tidak sebanding dengan hasil komoditinya.

### 3. Hubungan Populasi Penduduk dengan Ketersediaan Lahan

Peningkatan jumlah penduduk menuntut terpenuhinya semua kebutuhan, antara lain perumahan, lahan pertanian, dan lahan industri. Padahal, manusia juga membutuhkan banyak hal yang lain, yaitu gedung sekolah, gedung perkantoran, dan jalan raya. Coba, sebutkan kebutuhan lainnya yang membutuhkan/menyita ketersediaan lahan.

Perhatikan yang terjadi di kota berpenduduk padat. Bagaimana keadaan para penduduk yang tidak mendapatkan lahan untuk tempat tinggal? Penduduk yang tidak mempunyai lahan untuk tempat tinggal biasanya mendirikan gubuk-gubuk di bawah jembatan atau di tepi sungai. Hal itu menimbulkan permasalahan baru, yaitu lingkungan bertambah kumuh dan merusakkan lingkungan. Seharusnya, tempat-tempat tersebut merupakan lahan untuk penghijauan dan tanaman kota yang mampu mencegah erosi bantaran sungai dan mengurangi pencemaran udara.



Sumber: *Indonesian Heritage*, 2002

▲ **Gambar 12.4** Gubuk-gubuk di tepi sungai merupakan gambaran nyata adanya saluran pembatas yang memisahkan perkampungan dengan kota. Hal itu terjadi di kota yang berpenduduk padat

### 4. Pengaruh Populasi Penduduk terhadap Kerusakan Lingkungan

Pertumbuhan penduduk yang pesat dan kemajuan teknologi mengakibatkan terjadinya eksploitasi sumber daya alam. Eksploitasi alam yang mengabaikan pelestarian lingkungan dapat mengakibatkan perubahan lingkungan.

Perubahan lingkungan akibat kemajuan teknologi dapat kita rasakan dampak positifnya, misalnya adanya sistem pengairan dan bercocok tanam yang lebih maju. Selain dampak positif, kemajuan teknologi pertanian juga menyisakan dampak negatif di lingkungan. Pencemaran air dan tanah akibat pemakaian pupuk dan pestisida yang tidak mematuhi aturan akan merusak lingkungan. Proses perombakan biologis akan terganggu. Kepunahan beberapa spesies akan terjadi. Gangguan perombakan biologi terjadi karena pupuk yang berlebihan akan terbawa air memasuki sistem perairan dan menyuburkan tanaman air. Hal itu akan menimbulkan *blooming alga* dan *eutrofikasi*. Perairan menjadi kekurangan kadar oksigen terlarut dan mikroorganisme yang hidup di dalamnya akan mati. Kondisi ini menyebabkan tertimbunnya bangkai karena terganggunya perombakan dan penguraian.

#### Tugas Kelompok

##### (Kecakapan Sosial dan Berpikir Kreatif)

*Bersama teman sejawatmu, carilah dampak negatif akibat pemakaian teknologi di beberapa bidang yang menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan.*



Sumber: *Ensiklopedia Iptek*, 2004

▲ **Gambar 12.5** Pencemaran air dapat membinasakan seluruh populasi ikan di perairan.



Di bidang lain, pengembangan industri, seperti pembuatan jalan untuk transportasi dan pembukaan lahan untuk perkebunan juga membawa dampak positif dan negatif. Selain manfaat yang sudah kita nikmati juga akan menimbulkan berbagai dampak negatif, misalnya polusi udara.

Polusi dari kendaraan bermotor dan limbah industri merupakan salah satu contoh penyebab kerusakan lingkungan. Pertumbuhan penduduk juga menimbulkan peningkatan jumlah sampah di lingkungan sehingga mengganggu kenyamanan di lingkungan.



## Latihan

1. Sebut dan jelaskan cara untuk menanggulangi krisis air.
2. Mengapa pertambahan jumlah penduduk akan mengancam ketersediaan udara bersih?
3. Sebutkan kebutuhan penduduk yang menuntut ketersediaan lahan.
4. Mengapa ledakan penduduk dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan?
5. Sebutkan dua contoh kerusakan lingkungan akibat populasi penduduk yang terus meningkat.

## Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:  
*menjelaskan konsekuensi penebangan hutan dan pengaruhnya terhadap kerusakan lingkungan serta upaya mengatasinya.*



## C. KERUSAKAN LINGKUNGAN HUTAN

Manusia membuka hutan, antara lain untuk pertanian, perluasan kota, dan pengembangan industri. Penebangan hutan secara liar merupakan salah satu contoh perbuatan manusia yang merusak lingkungan. Penebangan hutan secara liar tidak baik bagi lingkungan karena akan mengakibatkan hal-hal berikut.

1. Jumlah pohon yang makin sedikit menyebabkan kandungan  $\text{CO}_2$  di udara makin sedikit
2. Makin banyak kayu yang dibakar makin meningkatkan gas  $\text{CO}_2$  di udara sehingga mempercepat efek pemanasan global.
3. Lapisan tanah yang subur di hutan makin tipis karena tidak diikat oleh akar-akar pohon. Air hujan akan segera menyapu bersih lapisan humus di permukaan tanah karena berkurangnya pohon-pohon yang akarnya mengikat tanah.
4. Iklim menjadi makin kering karena pohon-pohon berkurang. Pohon-pohon di hutan membantu terjaganya kelembapan udara.



Sumber: *Indonesian Heritage*, 2002

▲ **Gambar 12.6** Penebangan hutan secara liar tidak bisa dibiarkan karena dapat membahayakan keberadaan makhluk hidup.

5. Banyak tumbuhan dan hewan yang semula hidup di hutan akan kehilangan habitat dan tempat hidupnya. Lama-kelamaan banyak jenis tumbuhan dan hewan akan mati sehingga keanekaragaman hayati menurun.

Hutan memengaruhi iklim, persediaan air tanah, dan pemeliharaan tanah. Hutan berperan sebagai pemelihara keseimbangan lingkungan.

Untuk itu perlu berbagai upaya untuk mengatasi kerusakan hutan. Berbagai upaya untuk mengatasi kerusakan hutan, antara lain:

1. kesadaran untuk melakukan reboisasi dan peremajaan terhadap hutan;
2. melakukan tebang pilih terhadap pohon yang sudah cukup umur;
3. memberikan sanksi yang tegas bagi pelaku penebang hutan secara liar.

#### Tugas Individu

##### (Kecakapan Personal dan Berpikir Inovatif)

*Amatilah kegiatan/ aktivitas manusia di sekitarmu yang menyebabkan kerusakan lingkungan. Selanjutnya, buatlah laporan dalam bentuk tertulis.*



#### Latihan

1. Mengapa kerusakan hutan hujan tropis memengaruhi konsentrasi gas CO<sub>2</sub> di atmosfer? Jelaskan.
2. Mengapa penggundulan hutan dapat menyebabkan banjir di beberapa daerah yang jauh dari lokasi hutan tersebut?
3. Sebutkan beberapa upaya untuk mengatasi kerusakan hutan.



#### D. PENCEMARAN LINGKUNGAN

Lingkungan yang baik adalah lingkungan yang berada dalam keseimbangan. Lingkungan seperti ini mampu mengatur dan memulihkan dirinya apabila terjadi gangguan, sehingga selalu dalam keadaan seimbang.

Lingkungan tidak selalu dalam keadaan stabil. Apabila, suatu lingkungan mendapatkan gangguan yang memengaruhi kehidupan makhluk hidup di dalamnya maka lingkungan tersebut telah tercemar. Akibat suatu pencemaran dapat langsung diketahui, misalnya keracunan, kematian, atau kerusakan fisik lingkungan. Ada juga dampak yang baru dirasakan setelah beberapa waktu lamanya, antara lain mutasi (perubahan genetik) yang menimbulkan kelainan fisik atau cacat, kepunahan suatu spesies, dan menurunnya daya dukung lingkungan (air, tanah, dan udara).

#### Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaranmu adalah dapat:

- menjelaskan pengaruh pencemaran air, udara, dan tanah kaitannya dengan aktivitas manusia dan upaya mengatasinya.
- mengusulkan cara penanggulangan pencemaran dan kerusakan lingkungan.

Pencemaran (*polusi*) adalah masuknya berbagai macam zat (organik dan anorganik) ke lingkungan yang menimbulkan berbagai gangguan. Bahan pencemarnya, berupa zat organik (makhluk hidup/jasad renik) dan zat anorganik yang disebut polutan. Berdasarkan jenisnya, bahan pencemar dibedakan menjadi bahan pencemar biologis, kimiawi, dan fisik. Bahan pencemar biologis meliputi berbagai mikroorganisme penyebab penyakit, tumbuhan pengganggu, dan bakteri. Bahan pencemar kimiawi meliputi berbagai zat kimia organik dan anorganik, misalnya minyak, pestisida, dan pupuk anorganik. Bahan pencemar fisik meliputi debu, partikel, benda-benda padat (kaleng dan plastik), dan gas. Pencemaran dibedakan menjadi tiga, yaitu pencemaran air, udara, dan tanah.

### 1. Pencemaran Air

Lingkungan perairan dapat tercemar oleh berbagai aktivitas manusia. Bahan pencemar lingkungan perairan, antara lain limbah cair dan padat hasil kegiatan industri, pupuk, dan pestisida dari kegiatan pertanian, tumpahan minyak di laut, limbah manusia (sampah), dan detergen dari kegiatan rumah tangga. Semua bahan pencemar itu akan memengaruhi makhluk hidup di air dan kadang-kadang meracuni manusia atau menginfeksi manusia dengan berbagai penyakit.

#### a. Bahan Pencemar Cair

##### 1) Sampah (*Hasil Buangan*)

Penyakit, seperti tifus dan kolera yang disebabkan oleh bakteri akan menginfeksi manusia setelah masuk ke dalam usus (saluran pencernaan). Kotoran manusia yang telah terinfeksi banyak mengandung bakteri. Jika kotoran ini masuk ke perairan bebas, penyakit akan menyebar ke ribuan orang. Hal itu disebabkan orang menggunakan air tersebut untuk berbagai keperluan bahkan untuk air minum. Oleh karena itu, sampah (hasil buangan) harus melalui beberapa tahap pengolahan sebelum dibuang ke sungai. Proses pengolahan ini bertujuan untuk menghilangkan bakteri dan bahan kimia berbahaya sebelum dibuang ke sungai.

##### 2) *Eutrofikasi*

*Eutrofikasi* terjadi ketika sulfat dan nitrat hasil buangan pupuk dan pestisida yang berlebih masuk ke lingkungan pertanian sehingga menyebabkan ledakan pertumbuhan tumbuhan mikroskopis (alga). Kondisi tersebut tidak diikuti oleh pertumbuhan hewan mikroskopis pemakan alga, sehingga banyak hewan yang mati dan tenggelam ke dasar perairan.

Mikroorganisme pengurai membutuhkan banyak oksigen yang terlarut di air untuk menguraikan bangkai. Akibatnya, kandungan oksigen yang terlarut di dalam air

menurun. Menurunnya oksigen yang terlarut dalam air akan mematikan ikan dan berbagai organisme karena daya dukung perairan terhadap kehidupan di air menurun.

### 3) *Polusi Senyawa Kimia*

Beberapa proses industri menghasilkan limbah berbahaya, misalnya industri penyepuhan perak menyisakan limbah tembaga dan sianida. Jika bahan kimia ini dilepaskan ke sungai, akan meracuni hewan dan tumbuhan serta manusia yang mengonsumsinya.

Pada tahun 1971, penduduk teluk Minamata, Jepang, banyak yang meninggal dunia dan 120 sakit berat karena keracunan merkuri. Hal itu terjadi karena pabrik industri telah membuang limbahnya ke teluk. Walaupun kadar merkuri di teluk sangat rendah, konsentrasinya akan meningkat seiring dengan tingkatan tropik rantai makanan yang akhirnya terakumulasi pada manusia sebagai konsumen puncak. Akumulasi merkuri di tubuh manusia menyebabkan kerusakan otak, kelumpuhan saraf, dan kematian.

Pencemaran minyak juga dapat terjadi di laut. Pada tahun 1989, kapal tanker Exxon Valdez mengalami kecelakaan dan menumpahkan minyak mentah ke laut. Akibatnya, 400.000 burung laut terbunuh, begitu juga paus dan anjing laut. Pencemaran minyak di laut juga pernah terjadi saat tenggelamnya kapal super tanker di Teluk Biscay, Prancis. Hal itu menjadi pemicu tumpahnya 20 ribu ton minyak yang menyebabkan kerusakan terhebat dalam sejarah Prancis.

### **b. Cara Mengatasi Pencemaran Air**

Kita telah memahami bahwa pencemaran air sangat membahayakan bagi makhluk hidup yang menggunakan perairan. Untuk itu, kita perlu mengambil upaya untuk mengatasi pencemaran air. Upaya apa yang digunakan untuk mengatasi pencemaran air?

Tindakan untuk mengatasi pencemaran air, yaitu mengelola limbah sebelum dibuang ke lingkungan sehingga terbebas dari bahan-bahan berbahaya. Air limbah dialirkan ke beberapa kolam untuk dibersihkan secara bertahap. Tahap pertama adalah pembersihan secara mekanik, misalnya dengan mengendapkan bahan padat dan cair (proses pengendapan) serta proses penyaringan. Tahap berikutnya adalah pembersihan secara kimia dengan menambahkan beberapa bahan kimia untuk mengikat bahan berbahaya dan mengendapkannya (memisahkannya) sehingga mudah dipisahkan. Tahap selanjutnya, pembersihan secara biologi dengan cara memberi ganggang atau tumbuhan air yang berguna. Hal itu dilakukan agar senyawa-senyawa berbahaya terambil dari air.



Sumber: *Jawa Pos*, 11 Februari 2007

#### ▲ **Gambar 12.7**

Tenggelamnya kapal super tanker di Teluk Biscay, Prancis menjadi pemicu tumpahnya 20 ribu ton minyak yang menyebabkan kerusakan terhebat dalam sejarah Prancis

Akhirnya, pada kolam terakhir ditaburi berbagai jenis ikan untuk menguji kebersihan air. Apabila ikan sebagai indikator kebersihan memperlihatkan gejala yang baik, air diperbolehkan keluar dari pabrik atau dipakai kembali untuk keperluan pabrik.

## 2. Pencemaran Udara

Beberapa industri dan mesin motor mengeluarkan bahan-bahan berbahaya ke udara. Industri mengeluarkan sisa pembuangan beberapa asap dan sulfur dioksida. Mesin motor mengeluarkan karbon monoksida dan oksida nitrogen yang menyebabkan terbentuknya asap kabut atau asbut (*smog*).

### a. Bahan Pencemar Udara

Bahan pencemar udara bisa berbentuk gas maupun berbentuk partikel.

#### 1) *Bahan Pencemar Udara Berbentuk Gas*

##### a) *Karbon Dioksida*

Karbon dioksida bukan merupakan gas beracun dalam kadar yang sedikit. Gas ini bahkan diperlukan oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis. Namun dalam kadar yang berlebihan, gas ini dapat mengganggu proses pernapasan.

##### b) *Karbon Monoksida*

Karbon monoksida merupakan hasil pembakaran yang tidak sempurna dari mobil, kendaraan bermotor, atau mesin-mesin letup lain. Karbon monoksida mempunyai sifat tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak merangsang. Gas ini merupakan gas beracun.

##### c) *Gas Hasil Pembakaran Senyawa Karbon, Hidrogen, dan Oksigen*

Senyawa-senyawa hasil bentukan dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen, antara lain berupa karbohidrat, kayu-kayuan, alkohol, asam organik, dan cairan alkaloid lain. Hasil pembakaran dari senyawa-senyawa tersebut bersifat *karsinogenik* (penyebab kanker).

##### d) *Senyawa Belerang*

Gas yang terbentuk dari senyawa belerang, antara lain sulfur dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dan hidrogen sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ). Di tempat yang kelembapannya tinggi gas tersebut akan membentuk asam yang dapat merusak jaringan hidup tumbuhan dan hewan. Gas hidrogen sulfida bahkan menimbulkan bau busuk, misalnya pembusukan bahan organik di selokan.

##### e) *Senyawa Nitrogen*

Kendaraan bermotor terutama di kota-kota besar, mengeluarkan senyawa oksida nitrogen. Kabut yang timbul dari gas tersebut di malam hari membentuk asam nitrat yang bersifat merusak. Bahkan, gas nitrogen dioksida dapat merusak paru-paru dan menimbulkan kematian.

## 2) Bahan Pencemar Udara Berbentuk Partikel

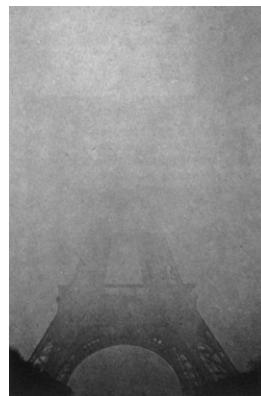
Partikel adalah materi berdiameter kurang dari 10 atau 2,5 mm. Partikel-partikel ini dapat mengganggu pernapasan apabila terisap masuk dalam sistem pernapasan sehingga menyebabkan *emfisema* dan *bronkitis*.

### a) Partikel Cair

Partikel cair yang dapat mencemari udara berupa uap air atau embun dari hasil reaksi antara gas-gas berbahaya dengan air hujan. Di kota-kota besar senyawa-senyawa hasil reaksi berbahaya itu dapat membentuk (kabut asap).

### b) Partikel Padat

Partikel-partikel padat yang dapat mencemari udara berupa partikel padat dari bahan organik dan bahan anorganik. Partikel padat dari bahan organik, antara lain berupa mikroorganisme atau bagian-bagian tubuhnya, misalnya, bakteri, jamur, virus, serangga, atau bagian-bagian makhluk hidup tersebut, yaitu bulu, kaki, spora, dan tepung sari. Partikel padat dari makhluk hidup tersebut dapat menimbulkan wabah penyakit dan alergi, bahkan infeksi. Adapun partikel padat dari bahan anorganik, antara lain berupa debu dan partikel logam hasil pembakaran timbal serta hasil pembakaran benda-benda yang lain, misalnya kayu dan plastik. Biasanya zat-zat semacam ini bersifat *karsinogenik*.



Sumber: *Ensiklopedia Iptek*, 2004

▲ Gambar 12.8 Smog (kabut asap) dapat menutupi pandangan, seperti menara Eiffel yang tertutup oleh smog



## Radar Sains

### CFC dan Lapisan Ozon

CFC atau *chlorofluorocarbon*, yaitu sejenis gas yang dipakai di lemari pendingin, AC (pendingin udara), dan penyemprot aerosol. Zat ini juga ditemukan di beberapa plastik pengepak barang. Gas ini mencapai lapisan ozon ketika dilepaskan ke udara saat lemari pendingin sudah tidak dipakai dan dari aerosol saat disemprotkan. CFC berangsur-angsur diuraikan oleh ultraviolet membentuk klorin dan gas-gas lain. Klorin akan merusak dan melubangi lapisan ozon. Hal itu menyebabkan radiasi sinar ultraviolet dapat menembus lapisan atmosfer bumi. Radiasi ultraviolet sangat berbahaya bagi makhluk hidup karena dapat menyebabkan kanker kulit, tumbuhan kerdil, dan kematian. Lapisan ozon adalah salah satu pelindung atmosfer bumi dari pengaruh sinar ultraviolet.

## b. Cara Mengatasi Pencemaran Udara

Beberapa cara yang dapat kita lakukan untuk mengatasi pencemaran udara, antara lain memisahkan habitat (tempat hidup) dari sumber pencemaran dan menghilangkan bahan-bahan pencemar di udara. Memisahkan tempat hidup dari bahan pencemar dilakukan dengan tata kota yang cermat. Adapun bahan-bahan pencemar di udara dapat dikurangi atau dihilangkan dengan mengusahakan taman kota yang dapat menyaring partikel debu.

Pencegahan pencemaran juga dapat dilakukan dengan menerapkan aturan, antara lain lolos uji emisi pada kendaraan bermotor dan menerapkan pusat penyaringan pada asap buangan pabrik agar tidak menyebarkan logam-logam berbahaya atau pembuatan cerobong asap yang tinggi.



## Tugas Kelompok

(Kecakapan Sosial dan Mencari Informasi Lebih Jauh)

Bentuklah kelompok yang terdiri atas 3 – 5 siswa. Selanjutnya lakukan kegiatan berikut.

### Menguji Polusi di Lingkungan Sekitar

Tes berikut dapat untuk menguji polusi udara dan air

Tes ini dapat kamu lakukan di beberapa kota berbeda sebagai perbandingan efek polusi terhadap lingkungan.

#### I. Polusi udara

1. Ambil sehelai daun dan usapkan permukaannya pada kertas putih. Apakah yang tertinggal pada kertas itu?
2. Amatilah jenis lumut kerak (*Lichens*) yang hidup di pohon. Lihatlah di buku referensi. Bagaimanakah tingkat polusi lingkungan setelah kamu mengamati jenis lumut kerak itu?

#### II. Polusi air

1. Ambil segelas air dari perairan dan endapkan sejenak. Bagaimanakah tingkat kejernihannya? Adakah endapan yang terbentuk? Bagaimana baunya?
2. Gunakan kertas pH untuk mengukur keasaman air. Air dengan pH di bawah 5 merupakan air tercemar.

### 3. Pencemaran Tanah

Selain pencemaran air dan udara, pencemaran juga dapat terjadi pada tanah. Bahan-bahan apa saja yang dapat mencemari tanah? Apakah akibatnya jika tanah sudah tercemar?

#### a. Bahan Pencemar Tanah

Bahan pencemar yang mengganggu keseimbangan lingkungan biasanya merupakan bahan yang sukar diuraikan mikroorganisme, antara lain plastik, karet, kaca, dan kaleng. Bahan-bahan demikian itu biasa disebut sampah anorganik. Bahan pencemar padat yang dapat diuraikan oleh mikroorganism pembusuk biasanya berupa sampah organik. Sampah organik, antara lain berupa sisa-sisa makanan dan pengolahannya dari kegiatan rumah tangga dan sisa-sisa makhluk hidup, misalnya kotoran hewan dan dedaunan.

Bahan pencemaran tanah dapat berupa bahan padat dan cair. Bahan cair berbahaya yang terbawa aliran air akan mengendap dan meresap dalam tanah. Selain pestisida dan pupuk buatan yang digunakan secara berlebihan pada lahan pertanian akan mengganggu proses penguraian di dalam tanah. Beberapa bahan kimia akan meracuni dan mematikan mikroorganisme dan hewan-hewan di tanah.



Sumber: *Jendela Iptek*, 2001

▲ **Gambar 12.9** Berbagai bahan buatan pabrik, seperti plastik dan beberapa jenis logam tidak dapat dihancurkan pengurai sehingga akan mencemari tanah



## b. Cara Mengatasi Pencemaran Tanah

Beberapa pemecahan terhadap masalah sampah sudah diusulkan. Salah satunya adalah dengan metode siklus berputar. Maksudnya adalah memanfaatkan sebagai bahan baku (bahan mentah) dalam pembuatan produk baru.

Bahan pencemar padat (sampah) anorganik biasanya ditanggulangi dengan proses daur ulang. Selanjutnya, pabrik akan mengolah kembali sampah-sampah tersebut menjadi barang-barang lain yang bermanfaat. Misalnya dinding papan dan plastik selulose. Adapun bahan pencemar padat organik dapat dimanfaatkan sebagai kompos, yaitu pupuk yang berasal dari sisa-sisa tumbuhan yang telah dibusukkan.

Bahan pencemar cair dapat dikurangi dengan menggunakan pestisida dan pupuk buatan sesuai dosis aturan. Penggunaan pupuk buatan bisa dialihkan ke pupuk alami, misalnya kompos atau pupuk kandang.



Sumber: *Ensiklopedia Iptek*, 2004

▲ **Gambar 12.10** Daur ulang merupakan proses yang sangat efektif untuk menangani sampah anorganik. Di samping itu, juga menghemat energi karena sumber daya mineral tidak abadi



### Tugas Individu

#### (Kecakapan Personal dan Berpikir Kreatif)

*Segala bentuk pencemaran akan merusak lingkungan. Buatlah sebuah artikel yang berisi tentang cara penanggulangan pencemaran. Kamu dapat mengambil salah satu topik yang terkait dengan pencemaran air, pencemaran udara, atau pencemaran tanah.*



### Latihan

1. Apakah yang menyebabkan polusi di sungai? Bagaimanakah cara mengurangi polusi itu?
2. Bagaimana efek polusi udara terhadap tumbuhan dan hewan? Jelaskan.
3. Sebutkan bahan organik dan anorganik yang dapat mencemari tanah? Bagaimana cara mengatasinya?



### Rangkuman

1. Dinamika penduduk adalah perubahan jumlah penduduk dari waktu ke waktu.
2. Perubahan jumlah penduduk disebabkan oleh faktor kelahiran (natalitas), kematian (mortalitas), dan migrasi.
3. Kepadatan penduduk adalah jumlah penduduk yang hidup dalam satuan luas daerah tertentu pada waktu tertentu.
4. Pertumbuhan jumlah penduduk menuntut keberadaan air bersih dan udara bersih, pangan, dan ketersediaan lahan.

5. Kerusakan hutan dapat diatasi dengan reboisasi dan peremajaan hutan, melakukan tebang pilih terhadap pohon yang sudah cukup umur, dan memberikan sanksi yang tegas bagi pelaku penebangan hutan secara liar.
6. Pencemaran atau *polusi* adalah masuknya polutan (bahan pencemar) ke lingkungan dan mengganggu keseimbangan ekosistem lingkungan itu sehingga menyebabkan penurunan kualitas lingkungan.
7. Tindakan mengatasi pencemaran air dari limbah industri, yaitu mengelola limbah semaksimal mungkin sehingga terbebas dari bahan-bahan berbahaya sebelum dibuang ke lingkungan.
8. Tindakan untuk mengatasi pencemaran udara, antara lain memisahkan habitat dari sumber pencemaran dan menghi-langkan bahan-bahan pencemaran udara.
9. Bahan pencemar tanah berupa bahan padat dan cair. Bahan pencemar padat terdiri atas bahan organik dan anorganik. Bahan organik, misalnya sisa-sisa makanan dan sisa-sisa makhluk hidup (kotoran hewan dan dedaunan), sedangkan bahan anorganik, misalnya plastik, kaca, dan kaleng). Bahan pencemar cair, misalnya pestisida dan pupuk yang digunakan untuk pertanian.
10. Bahan padat berupa sampah anorganik dapat ditanggulangi dengan daur ulang. Adapun sampah organik dapat dimanfaatkan sebagai pupuk kompos.



## Refleksi

Setelah mempelajari mengenai Manusia dan Lingkungan, kamu tentu sudah memahami dan dapat menjelaskan kembali tentang:

1. Ukuran populasi penduduk.
2. Hubungan populasi penduduk dengan kebutuhan air bersih dan udara bersih, pangan, dan ketersediaan lahan.
3. Pengaruh populasi penduduk terhadap kerusakan lingkungan.
4. Kerusakan lingkungan akibat penebangan hutan dan upaya mengatasinya.
5. Pencemaran dan upaya mengatasinya.

Apabila ada hal-hal yang belum sepenuhnya kamu pahami, cobalah pelajari lagi materi di atas secara cermat, diskusikan dengan temanmu dengan bimbingan guru. Untuk lebih memantapkan pemahaman kamu, carilah referensi melalui majalah, artikel, maupun internet.



## Glosarium

<i>alkoloid</i>	: senyawa organik yang mengandung nitrogen dari tumbuh-tumbuhan murni dan memiliki sifat-sifat farmokologis
<i>biodegradasi</i>	: penguraian bahan-bahan organik menjadi bahan-bahan sederhana oleh kegiatan makhluk hidup
<i>blooming alga</i>	: pertumbuhan jumlah alga yang luar biasa
<i>botanisasi</i>	: pembetonan
<i>bronkitis</i>	: peradangan pada bronkus
<i>daur ulang</i>	: pemrosesan kembali bahan yang pernah dipakai
<i>eksploitasi</i>	: pendayagunaan
<i>emfisema</i>	: pembengkakan jaringan atau bagian tubuh karena adanya udara
<i>eutrofikasi</i>	: proses perkembangbiakan tumbuhan air dengan cepat karena memperoleh zat makanan yang berlimpah akibat penumpukan yang berlebihan
<i>kolera</i>	: penyakit perut yang disertai buang air dan muntah-muntah
<i>konservasi</i>	: pemeliharaan dan perlindungan sesuatu secara teratur untuk mencegah kerusakan dan kemusnahan dengan jalan perawatan/pelestarian
<i>reboisasi</i>	: penanaman kembali



## Uji Kompetensi

**Kerjakan soal-soal berikut di buku kerjamu.**

**A. Pilihlah salah satu jawaban soal berikut dengan tepat.**

- Berikut faktor-faktor yang memengaruhi jumlah penduduk suatu negara, *kecuali* ....
  - natalitas*
  - mortalitas*
  - urbanisasi*
  - imigrasi*
- Apabila angka kelahiran lebih tinggi daripada angka kematian akan menyebabkan ....
  - kepadatan penduduk
  - kemakmuran penduduk
  - penurunan jumlah penduduk
  - pertumbuhan penduduk
- Angka yang menunjukkan jumlah kelahiran tiap seribu penduduk per tahun disebut ....
  - mortalitas*
  - natalitas*
  - urbanisasi*
  - transmigrasi*
- Tingkat kematian bayi menunjukkan ....
  - kondisi kesehatan bangsa
  - keadaan pangan negara
  - kemajuan teknologi negara
  - kemakmuran bangsa

5. Pertumbuhan penduduk yang tidak terkendali berpengaruh langsung terhadap ....
  - a. bahaya kelaparan
  - b. masalah kesehatan
  - c. masalah pendidikan
  - d. masalah lingkungan
6. Berikut ini yang *bukan* termasuk fungsi hutan adalah ....
  - a. pemelihara persediaan air tanah
  - b. tempat hidup berbagai jenis spesies tumbuhan dan hewan
  - c. pusat prakiraan cuaca
  - d. melindungi tanah dari erosi
7. Berikut ini termasuk bahan pencemar dari rumah tangga, *kecuali* ....
  - a. DDT
  - b. sampah pembungkus
  - c. sisa makanan
  - d. detergen pencuci
8. Zat-zat berikut yang *bukan* penyebab pencemaran udara adalah ....
  - a. hidrogen dioksida
  - b. karbon dioksida
  - c. karbon monoksida
  - d. nitrogen dioksida
9. Sampah anorganik dapat dimanfaatkan lagi melalui proses ....
  - a. daur ulang
  - b. pembakaran
  - c. penimbunan
  - d. pembuangan di sungai
10. Berikut ini yang termasuk upaya mengatasi pencemaran udara adalah ....
  - a. membersihkan limbah lewat sumur-sumur pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan
  - b. uji emisi
  - c. proses daur ulang
  - d. penggunaan pestisida dan pupuk buatan sesuai dosis aturan

**B. Jawablah soal-soal berikut dengan singkat dan tepat.**

1. Mengapa ledakan penduduk memengaruhi lingkungan hidup? Jelaskan.
2. Mengapa keberadaan hutan memengaruhi iklim? Jelaskan.
3. Limbah cair dari kegiatan industri sangat membahayakan kehidupan di darat dan perairan. Jelaskan efek limbah cair bagi kehidupan di darat dan perairan. Bagaimana cara untuk mengatasi hal tersebut?
4. Mengapa daur ulang merupakan proses yang efektif untuk menangani sampah anorganik? Jelaskan.
5. Jumlah karbon dioksida di udara semakin meningkat. Dari mana sajakah gas tersebut berasal?

# Daftar Pustaka

- Antonio dan Miguel. 2002. *Biologia Y Geologia*. Oxford University Press: New York.
- Brady, James E. 1999. *Kimia Universitas*. Jakarta: Binarupa Aksara.
- Brady, James E. and Halum, John R. 1988. *Fundamentals of Chemistry*. New York: John Wiley dan Sons, Inc.
- Clegg, C.J. dan DG. Mackean. 2000. *Advanced BIOLOGY Principle and Applications*. John Murray (Publishers) Ltd: London.
- Duncan, Tom. 2002. *Physics*. London: John Murray (Publisher) Ltd.
- Frederick J, Buche. 1995. *Principles of Physics*. New York: Mc Graw Hill, Inc.
- Gater, S dan V Wood-Robinson. 1996. *GCSE Science Double Award Biology*. John Murray (Publishers) Ltd: London.
- Gerd Boysen, Kiel. et al. 1994. *Physic Fur Gymnasion*. Berlin: Cornelsen Verlag.
- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Edisi Kelima*. Jakarta: Erlangga.
- Halliday, Resnick. 1994. *Fisika Edisi Ketiga*. Jakarta: Erlangga.
- Keenan, C.W. Kleinfelter, D.C, Wood, J.H, 2005. *Kimia untuk Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- Mackean, DG. 2002. *IGCSE Biology*. John Murray (Publishers) Ltd: London.
- Mawby, Peter dan Michael Roberts. 1996. *Biology*. Singapore: Longman Singapore Publisher Pte Ltd.
- Nasir, Moh. 1999. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia
- Riduawan. 2003. *Skala Pengukuran Variabel-Variabel*. Penelitian. Bandung: Alfabeta.
- Solomon, dkk. 1993. *Biology Third Edition*. Saunders College Publishing: Florida.
- Stuart, Arabella dan Stephen Webster. 1996. *Biology*. London: Heineman Educational Publishers.
- Tipler, Paul A. 1998. *Fisika*. Jakarta: Erlangga.
- Torrance, James. 2001. *Standart Grade Biology*. Third Edition, Hodder & Stoughton Educational Scotland: London.
- Wallace, Robert A. 1992. *Biology The World of Life*. Harpercollins Publishers Inc.
- Young, Hugh. D. 2002. *Fisika Universitas*. Jakarta: Erlangga.

## Kunci Jawaban Soal-soal Terpilih

### Bab 1

- A. 1. c 9. d  
3. b 11. c  
5. a 13. c  
7. c
- B. 2.  $30 \text{ ms}^{-1}$   
3. a.  $8.000 \text{ dm}^3$   
b.  $8.000 \text{ dm}^3$   
c.  $8 \times 10^5 \text{ cm}^3$   
d.  $8 \times 10^5 \text{ ml}$   
4.  $10,05 \text{ gram}$   
5.  $+ 5,75 \text{ cm}$

### Bab 2

- A. 1. b 9. d  
3. a 11. d  
5. a 13. c  
7. d 15. d
- B. 3. a. 8 atom  
b. 35 atom  
c. 6 atom  
d. 24 atom  
e. 32 atom

### Bab 3

- A. 1. a 11. d  
3. a 13. c  
5. b 15. d  
7. c 17. d  
9. d 19. c
- B. 8.  $1 \text{ gcm}^{-3}$  atau  $1.000 \text{ kgm}^{-3}$   
9.  $\rho$   
10.  $7 \text{ gcm}^{-3}$  atau  $7.000 \text{ kgm}^{-3}$

### Bab 4

- A. 1. a 11. c  
3. c 13. a  
5. a 15. a  
7. d 17. d  
9. a 19. d
- B. 2.  $100,0012 \text{ cm}$   
5.  $1,23 \text{ joule}$  (pembulatan)

### Bab 5

- A. 1. a 9. c  
3. b 11. b  
5. a 13. a  
7. c 15. d

### Bab 6

- A. 1. b 7. d  
3. d 9. b  
5. d

### Bab 7

- A. 1. c 9. b  
3. b 11. d  
5. b 13. c  
7. b 15. c
- B. 1.  $760 \text{ km}$   
2.  $60 \text{ km/jam}$   
3. b.  $20 \text{ m}$   
4. a.  $32 \text{ m}$   
5.  $1,5 \text{ sekon}$

**Bab 8**

- A. 1. a  
3. c  
5. a

**Bab 9**

- A. 1. d  
3. a  
5. a

**Bab 10**

- A. 1. b  
3. b  
5. b

7. d  
9. c

**Bab 11**

- A. 1. a  
3. a  
5. d

7. d  
9. c

**Bab 12**

- A. 1. c  
3. b  
5. d

7. a  
9. a

7. d  
9. b



# Indeks

## A

abiotik, 101, 103, 184, 186  
adhesi, 49, 50  
alga, 154  
anatomi, 148  
animalia, 150, 158  
anion, 26  
anomali, 61  
asam, 23, 25, 26, 27, 28, 32  
asbut, 210  
atom, 25, 35, 36  
autotrof, 141, 152, 156, 184, 190  
basa, 23, 25, 26, 27, 28, 32

## B

bimetal, 67  
binomial nomenclature, 146  
biosfer, 182  
biotik, 101, 184, 186, 187  
bitumen, 91  
bloming alga, 205

## C

cgs, 18  
cyanobakteri, 52

## D

diafragma, 130  
dikotil, 158, 172  
diploid, 157  
distilasi, 90, 91  
divisi, 147

## E

ekosistem, 181, 182, 183, 184, 188, 193  
ekskresi, 105, 160

eksoskeleton, 161

eksoterm, 94

ekstrak, 30

elevasi, 112

emigrasi, 201, 203

endoterm, 94

eukariota, 153, 156, 158, 170

eukariota, 158, 170

eutrofikasi, 203, 205, 207, 208

ex situ, 193, 194

## F

famili, 147

fertilisasi, 142

filtrat, 90

filum, 135, 147, 157

fisiologi, 146, 148

flagella, 155

fotosintesis, 104, 105, 204

fungi, 150, 155

## G

garam, 23, 25, 26, 27, 28, 32, 51, 72, 90

genus, 146, 147

## H

habitat, 182, 183, 190, 191, 192, 193, 194

haploid, 157

hemoglobin, 149

herbivora, 185, 188

heterogen, 33

heterotrof, 141, 152, 154, 158

homogen, 33

## **I**

imigrasi, 201, 203  
in situ, 193  
individu, 181, 182  
interbreeding, 146  
ion, 25  
iritabilitas, 143  
isolator, 78, 79

## **J**

jangka sorong, 14, 15

## **K**

kalor didih, 87, 91  
kalor jenis, 70, 71  
kalor laten, 74  
kalor uap, 74  
kalori, 70  
kandela, 4  
kapiler, 50  
karburator, 7  
karnivora, 141, 188  
karoten, 155  
karsinogenik, 136, 210, 211  
kation, 26  
kelas, 147,  
kingdom, 147, 150, 151, 158  
kohesi, 49, 50  
koloid, 38  
komunitas, 181, 182  
konduksi, 78  
konduktor, 70  
konveksi, 78  
konversi, 5, 6, 7, 8, 11, 20  
korosif., 136  
kotiledon, 158  
krista, 169  
kromatografi, 92

kunci determinasi, 149  
kunci dikotomi, 149  
kutikula, 160, 171

## **L**

lakmus, 23, 26, 27  
lipoprotein, 168

## **M**

massa jenis, 52, 53, 54, 55  
materi, 23, 37, 39, 87  
matriks, 5, 6  
membrane sel, 169  
meniskus, 51  
menyublim, 75  
metabolisme, 103, 105  
metaloid, 33  
mikrometer, 14, 16, 22  
MKS, 18  
mole, 4  
molekul, 33, 36, 104  
monera, 150, 151  
monokotil, 158, 172  
morfologi, 148, 149  
mortalitas, 201, 202  
mutasi, 207

## **N**

natalitas, 201, 202  
nefrida, 160  
nonius, 15

## **O**

omnivora, 188  
ordo, 147

## **P**

parabola, 112

partikel, 33, 35, 38, 47, 48, 49, 66, 75, 185, 211  
plantae, 150, 156  
populasi, 181, 199, 201, 203, 204, 205  
preparat, 132  
produk, 93  
prokariota, 154, 170  
protista, 150, 153  
protozoa, 153

## **R**

radiasi, 78  
radio aktif, 136  
reaktan, 93  
residu, 90  
resprasi, 105  
rizoida, 157

## **S**

salinitas, 103  
senyawa, 23, 33, 35, 209  
simbiosis, 179, 187  
simetri bilateral, 161  
simetri radial, 159, 161  
sitoplasma, 151, 167, 168  
skalar, 4  
specimen, 127, 129  
spesies, 147, 149, 152, 157, 160  
spidometer, 113  
stomata, 143, 170  
sublimasi, 91  
suspensi, 38

## **T**

takson, 147, 150  
tara kalor mekanis, 70  
tawas, 89, 94  
termostat, 67  
ticker timer, 116, 116, 121  
titik didih, 73  
titik lebur, 74, 87

## **U**

unsur, 23, 33, 34

## **V**

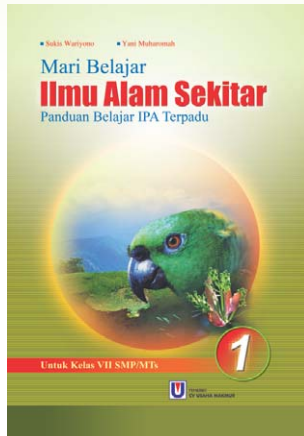
vektor, 4

## **X**

xantofil, 155, 156







IPA menjadi dasar perkembangan ilmu dan teknologi serta perkembangan peradaban manusia. Konsep-konsep IPA sangat mudah ditemui dalam kehidupan alam sekitar. Dengan belajar IPA siswa akan lebih menghargai ciptaan Tuhan Yang Maha Kuasa.

Pembelajaran IPA SMP mencakup aspek biologi, kimia, dan fisika. Ketiganya dipelajari secara simultan sehingga menghasilkan konsep yang utuh dan terpadu dalam bidang IPA. Adapun, untuk materi Bumi dan Antariksa dipelajari dari segi struktur maupun kejadiannya. Dan tidak sia-sialah Tuhan menciptakan alam semesta ini.

ISBN 978-979-068-100-2 (no. jld lengkap)  
ISBN 978-979-068-101-9

*Buku ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 69 Tahun 2008 Tanggal 7 November 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.*

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp11.762,-